PRO2
32.02

ТРУДЫ ШЕСТОЙ КОМИССИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ПОЧВОВЕДОВ

COMPTES RENDUS DE LA SIXIEME COMMISSION DE l'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA SCIENCE DU SOL

TRANSACTIONS OF THE SIXTH COMMISSION OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SOIL SCIENCE

VERHANDLUNGEN DER SECHSTEN KOMMISSION DER INTERNATIONALEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT

RENDICONTI DELLA SESTA COMMISSIONE DELLA SOCIETA INTERNAZIONALE DELLA SCIENZA DEL SUOLO

COMUNICACIONES DE LA SEXTA COMISION DE LA SOCIEDAD INTERNACIONAL DE LA CIENCIA DEL SUELO

RUSSIAN PART
RUSSISCHER TEIL
PARTIE RUSSE

MOSCOW, USSR
PEDOLOGY,
1932, № 3

TOM . . . A
VOLUME A
TEIL . . . A

1065

P
P
V
1

2

3
4

5

6

7

8

CONTENTS

TABLE DES MATIERES

INHALTSVERZEICHNIS

	Page
Preface by Kostiakov, A. N.	5—8
Preface par Kostiakov, A. N.	9—12
Vorwort von Kostiakov, A. N.	13—16
1. On the dynamics of the coefficient of water percolation in soils, and on the necessity of studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration. By Kostiakov, A. N.	17—21
2. Über die Änderungen der im Boden zirkulierenden Salzlösungen. Von Polynov, B. B. und Bystrov, S. V.	22—29
3. Solonetsous processes at amelioration. By Rozov, L. P.	30—69
4. Einfluss der Trockenlegung auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Moorböden. Von Dokukin, M. V.	70—72
5. Gegenwärtiger Zustand der Boden und Grunduntersuchungen im Strassenbauwesen. Von Filatov, M. M.	73—95
6. Über die Leiden der zweiten Reisaussaaten nach Reis.	96—97
7. Scientific-research institutions of the USSR, carrying out work on problems of the VIth Commission.	98—109
8. The All-Union Conference of the VIth Commission (Moscow 20—21 November 1931).	109—110

The Soviet Section of the VI Commission of the Internationa Society of Soil Science having studied the program of the Conference going to take place at Groningen in July 1932, deems it necessary to supplement it with the following problems:

1. Phenomena of solonetsosity at the washing of solonchaks and irrigation of soils of a solonetsous type. The first part of the problem relates to the action of absorbed sodium at washings, manifested by a rise of the soil alkalinity, its dispersity, disintegration of the absorbing complex, etc. These questions have not been sufficientily elucidated up to now, especially so in the experimental-practical part. At the same time great need is felt of making them clear, in virtue of the general development of irrigation, as well as particularly now in USSR, where the irrigation projects embrace large areas of solonchak lands, requiring washing out of salts. This washing cannot be properly organized until the above mentioned problems are solved; that is why the Soviet Section considers it necessary to examine them without delay. The Soviet Section will present a report showing the investigations of that problem carried out in USSR, and would like to be informed on the practice, as well as on investigations in this problem made in other countries.

The second part of the question has in view to elucidate the problem of irrigation of typical structural „solonets". It is well known that these soils are characterized by the presence of a horizon with absorbed sodium, and on the other hand, by a proximate layer of salt accumulations. The problem of the way in which these soils would react on irrigation, of whether any supplementary chemical meliorations or drainage are needed, or of whether that problem might be solved by the application of special technical methods of irrigation (by spray irrigation for inst.) — all these are questions, that have not been sufficiently elucidated, and yet are actually of the greatest importance for USSR, due to the development of irrigation just in the solonetsous zone. The Soviet Section would like the foreign colleagues to give some information on their experience and experimental investigations concerning this problem.

2. Coefficient of water absorbed by soil.

This problem concerns the phenomenon of the water filtration through the soil in its first stage, when water has just come into contact with dry or insignificantly moistened soil. The phenomenon at that stage cannot, evidently be submitted to Darcy's law, in so far as the latter characterizes filtration in a soil preliminarily saturated with water to a stable equilibrium. Contrary to that phenomenon of filtration there exists another phase when the equilibrium is not attained.

The study of the problem, in this part seems to be of great necessity, due to the fact that conditions of a stable equilibrium take place at melioration, strictly speaking, but under buildings, and not upon fields, neither on irrigated areas nor even in canals of irrigation. A single irrigation as well as the water régime of the field on the whole, present a phase of unsteady equilibrium of the water movement in soil. Naturally, when we bring forward the question of a rational organization of the watering régime, of the selection of rational technics of irrigation, etc.—we have to base our computations on the natural laws of the water-movement in the soil, the stage of unsteady equilibrium, and we must know the phenomena of percolation of water into soil.

Attaching a most substantial importance to problems of the water régime of an irrigated field (its hydromodulus) especially under conditions of large scale farming, the Soviet Section considers it necessary to submitt that question to discussion.

3. Biological processes in soil under conditions of an artificial irrigation.

It is perfectly obvious that the field water régime is a control not only of the moisture but of the biological processes too. The significance of these latter for agriculture has no need to be emphasized at the present moment, but, under conditions of artificial irrigation they acquire a particular importance, in virtue of the fact that they may be to a large extent controlled artificially. At the same time the theory and still more practice, of the biological processes in irrigated agriculture are much behind the real needs of the present day economics. This is why the Soviet Section considers it to be opportunous to propose this question to the VIth Commission for discussion. The experimental-research institutions of the Union, have, we believe obtained, certain essential achievements in the line of the study of biological processes under conditions of irrigation, and are desirous to share these achievements with their colleagues, in order to debate the results obtained, as well as the methods of investigation, and establish thereby the most desirable lines for further investigations.

4. Conditions of the „solonchak" (saline soils) formation and their drainage.

The Soviet Section deems it desirable to suggest the said question for discussion at the VIth Commission, for on the following reasons:

1) certain new data have been discovered concerning the problem of conditions of the „solonchak" formation 2) the organisations connected with irrigation in the Union, are planning the development of large drainage work in solonchak regions, have carried out a series of experiments on application in field conditions of methods for draining by deep and widely spaced closed drains and Californian wells. The Soviet Section deems it necessary to suggest this question for discussion and consult the wide foreign experience.

5. „Plyvuny" moving sands and their drainage.

Hydrotechnical practice very often meets with „plyvuny" and experiences serious difficulties at the work therein. Therefore the general importance of that question is beyond doubt. The Hydrological Institute is now on the point of finishing an important study of methods for draining „plyvuny" and therefore, the wish is but natural to lay this question for discussion.

6. Colmatage of lowland territories.

The USSR has partly begun and is on the eve of a great work of colmatage of different territories with the alluvial silt of rivers. A great practical and research work is now being carried out for the colmatage of the Colchis lowland (down-stream of the r. Rion), next in turn stands the question of the colmatage of the r. Kuban down-stream. In the nearest future, that of the desert sands of Middle-Asia. The question of applying colmatage to agricultural purposes is, in a considerable degree, a soil question, and therefore the Soviet Section. considers it desirable to discuss it at the sittings of the VIth Commission.

7. Utilization of the sewage waters of the cities for agricultural purposes.

The cities of the Union have now for their problem to organize large suburban fruit and vegetable Soviet-farms. The question of using the sewage irrigation acquires an enormous importance in the solution of this problem. The practice of sewage irrigation has been until now very small in the Union, while western countries have great experience in the matter. The Soviet Section considers it most desirable to get acquainted with the experience of our colleagues abroad by way of discussing the essential problems connected with sewage irrigation.

8. Amelioration as a means of temperature control in soils.

The usual method applied for controlling the water régime in soils in arid regions is to conduct water from outside, by means of irrigation. At the same time, the deficit of water in soil is to a certain degree, the consequence of its unfavourable thermal régime. Therefore, it seems natural that the solution of the problem of moisture deficit in soils should be examined from the view-point of regulating the thermal régime of the soil. One of the methods of controlling the latter is the

accumulation of supplies of ice in soil, in winter-time. By this means one obtains not only a better water supply but also a better temperature régime in the soil during the critical hot season.

This method is presently being studied in the Union theoretically as well as on field experiment. Certain results have already been obtained. The Soviet Section deems it timely and necessary, therefore, to suggest for discussion at the VIth Commission the principle itself of this method, as well as its experimental results.

Prof. *A. Kostiakov*
Vice-president to the VIth Commission

Moscow, USSR

La Section Soviétique de la VI Commission de l'Association Internationale de la Science du Sol ayant pris connaissance du programme de la Conférence prochaine, devant avoir lieu à Groningen, en Juillet 1932, trouve nécessaire de son coté d'y ajouter les questions suivantes:

1. Phénomènes de solonetsosité au lavage des solontchak, et irrigation des sols du type solonets. La première partie du problème comprend l'action, pendant le lavage, du sodium absorbé, se manifestant par une hausse de l'alcalinité du sol, sa dispersion, la désintegration du complex absorbant, etc. Ces questions ont été faiblement éclairées jusqu'au moment actuel, surtout dans leur partie experimentale et pratique. En même temps, le besoin de les élucider est fort important, en vertu du développement général du système de l'irrigation et surtout actuellement en URSS, où ces travaux embrassent inévitablement d'énormes etendues de terres solontchaks, réclamant le lavage. Ces lavages ne peuvent être organisés régulièrement jusqu'à ce que les problèmes ci-dessus mentionnés ne soient résolus, c'est pourquoi la Section Soviétique trouve nécessaire de les soumettre â une discussion dès à présent. La Section Soviétique a l'intention de présenter un rapport, eclairant l'état actuel des investigations de cette question en l'URSS, mais voudrait, en même temps, être informée sur la pratique, de même que sur les recherches sur ce problème, faites en d'autres pays.

La seconde partie de cette question a en vue d'eclairer le problème de l'irrigation des solonets structurels typiques. It est connu, que ces sols sont caractérisés par la présence d'un horizon, contenant du sodium absorbé; d'un autre côté — par une couche proche d'accumulations salines. Ces terres — accepteraient-elles l'irrigation; des meliorations chimiques, le drainage, — seraient - ils nécessaires, ou bien ce problème pourrait être résolu par l'application de méthodes spéciales techniques d'irrigation (pluie artificielle, par ex.), — toutes ces questions, n'étant pas suffisamment éclaircies, et, en même temps fort essentielles pour l'URSS, où le développement de l'irrigation est justement pratiqué dans la zône des solonetz.

La Section Soviétique voudrait être au courant des investigations expérimentales et de l'expérience de ses collègues de l'etranger — sur cette question.

2. Coefficient de l'imbibition de l'eau par le sol.

On comprend par cette question le phénomène de la filtration de l'eau dans le sol à son premier stade, où l'eau vient d'entrer en contact avec un sol sec ou bien légèrement humide. Le phénomène en cette phase ne peut, evidemment être soumis à la loi de D a r c y, autant que cette dernière caractérise une filtration dans un sol préalablement saturé d'eau et en équilibre stable. Il existe aussi, contrairement à ce phénomène d'imbibition, une phase d'équilibre instable.

L'étude de cette partie du problème parait être indispensable, vu que les conditions d'un équilibre stable pendant une mélioration, n'ont lieu, strictement parlant, que sous des édifices, et non dans les champs, ni sur des places arrosées, ni même — dans les canaux d'irrigation. Un arrosage unique, le régime de l'arrosage d'un champ en son entier, — est une phase d'équilibre instable du mouvement de l'eau dans le sol. Si nous suggérons le problème d'une organisation rationelle du règime d'arrosage et le choix d'une technique rationelle d'arrosage, il est tout naturel que nous devons prendre comme base certaines régularités du mouvement de l'eau dans le sol en état d'équilibre instable, — que nous soyons en connaissance des phénomènes d'imbibition de l'eau dans le sol etc.

Attachant une importance essentielle aux questions du régime d'arrosage des champs (leurs hydromodulus), surtout dans les conditions de grandes économies rurales, la Séction Soviétique trouve necessaire de soumettre cette question à une discussion.

3. Processus biologiques du sol dans des conditions d'irrigation artificielle.

Il est bien évident que le régime de l'arrosage des champs est une régularisation non seulement du régime de l'humidité, mais aussi de celui des processus biologiques. Nous n'avons pas à souligner l'importance de ces derniers pour l'agriculture en général, mais dans des conditions d'irrigation artificielle les bioprocessus acquièrent une signification toute particulière, en vertu de ce qu'ils peuvent être alors régularisés artificiellement sur une grande échelle. Avec celà, la théorie de cette affaire, — la pratique encore plus, — restent de beaucoup en arrière des éxigences réelles de l'économie de nos jours. Voilà pourquoi la Section Soviétique trouve opportun de proposer ce problème à la VI Commission pour y être discuté. Les institutions pour les recherches expérimentales de l'Union, ont atteint des progrès considérables, nous paraît il, â l'étude des bioprocessus dans des conditions d'irrigation, et voudraient en faire part à leurs collègues, afin de disuter la question des résultats obtenus, de même que de la méthode de recherches, et d'établir par là les directions, le plus désirables pour continuer les investigations.

4. Conditions de la formation des solontchaks et leur drainage.

La Section Soviétique trouverait désirable de discuter à la VI Commission ce problème et celà pour les raisons suivantes: 1) certaines nouvelles données existent sur le problème des conditions de la formation des solontchaks et la Section désirerait les mettre à discussion: 2) l'irrigation de l'Union, étant à la veille du développement de grands travaux de drainage dans les régions des solontchaks, a fait une série d'expériences comme vérification rurale des mèthodes de drainage au moyen du drainage profond et rare fermé, et des puits Californiens. La Section Soviétique trouve necessaire de soumettre cette question à discussion et voudrait 'être informée sur l'expérience abondante de l'étranger.

5. Les „plyvounis" (sols déliquescents) et leur drainage.

La pratique hydrotechnique rencontre fort souvent des „plyvounis" et éprouve de sérieuses difficultés à travailler dedans. Voila pourquoi la signification générale de cette question ne peut être mise en doute. L'Institut Hydrologique termine actuellement un grand travail sur l'étude des méthodes de drainage des „plyvounis" et il n'est que naturel de soumettre cette question à une discussion.

6. Colmatage dans les pays d'aval.

L'URSS a déjà commencé partiellement, et est à la veille de grands travaux de colmatage sur divers territoires, au moyen des alluvions des fleuves. Un travail de colmatage scientifique expérimental est en train d'etre éxecuté dans la plaine de la Colchide (les avals du Rion), ensuite des avals de Kuban doivent etre colmatés à leur tour, et puis, en perspective la plus proche, les sables du désert de l'Asie Centrale.

La question de colmatage dans des buts d'agriculture, est, à un haut degré, une question de sol; voilà pourquoi la Section voudrait qu'elle fut discutée à la Session de la VI Commission.

7. Utilisation des eaux de décharge des villes dans les buts d'agriculture.

Les villes de l'Union sont au moment de résoudre le problème de l'organisation de grandes fermes soviétiques suburbaines, de fruits et de légumes. C'est à la solution de ce problème, que la question de l'utilisation des eaux de décharge des villes acquiert une importance des plus grandes.

Des travaux semblables furent peu pratiqués jusqu'à présent et faiblement développé dans l'Union, tandis que l'Occident dispose d'une expérience des plus riches. La Section Soviétique a pour problème d'utiliser l'expérience de ses collègues de l'étranger par voie de discussion à la Session de la VI Commission des problèmes essentiels surgis devant la Section Soviétique.

8. Méliorations thermales des sols.

La méthode usée généralement pour régulariser le régime de l'eau des sols des régions arides est l'alimentation par l'eau du dehors, — une irriga-

tion du sol. En même temps le déficit d'eau dans le sol est, jusq'à un certain point, la conséquence d'un régime thermal défavorable. Il es donc tout naturel, que la solution du problème, concernant la lutte avec le déficit d'humidité dans le sol, puisse être considéré du point de vue de la régularisation de son régime thermal.

L'une des méthodes de la régularisation de ce dernier — est une accumulation de provisions de glace dans le sol, pendant l'hiver. Ceci garantit la meilleure des alimentations d'eau immédiate, de même que le meilleur régime thermal du sol, pendant la période la plus critique — des grandes chaleurs.

C'est justement la méthode qu'on élabore actuellement dans l'Union en théorie, de même qu'au moyen d'expériences dans les champs, ce qui a déjà amené à certains résultats. En conséquence la Section Soviétique croît être opportun et necessaire de soumettre à la discussion de la VI Commission le principe même de cette méthode, de même que les résultats obtenus par expérience.

Prof. *A. N. Kostiakov*
Vice-Président de la VI Commission

Moscou, URSS

Nach Betrachtung des preliminären Arbeitsprogramms der in Groningen im Juli 1932 bevorstehenden Konferenz der VI. Kommission der I. B. G. hält es die Sowjet-Sektion ihrerseits für notwendig, dieses mit folgenden Fragen zu ergänzen:

1. Alkalitätserscheinungen beim Auslaugen der Solontschaks (Salzböden) und die Bewässerung der solonetzartigen Böden. Der erste Teil der Frage umfasst die beim Auswaschen beobachtete Wirkung des absorbierten Natriums, die im Steigen des Alkalitätsgrades des Bodens, im Dispergieren des letzteren, in der Zersetzung des absorbierenden Komplexes u. a. m. zu Tage tritt. Diese Fragen bleiben bis auf heute sehr unklar, besonders vom experimentell-praktischen Standpunkte aus. Die Notwendigkeit ihrer Aufklärung wird aber sehr scharf empfunden infolge des allgemeinen Aufschwungs des Irrigationswesens, besonders bei uns in der UdSSR, wo immer neue weite Flächen der Solontschaks, die einer Auswaschung erheischen, irrigiert werden. Zur richtigen Organisation dieser Auswaschungen ist die Lösung obenerwähnter Fragen notwendig, weshalb die Sowjet-Sektion deren Betrachtung als rechtzeitig erachtet. Die Sowjet-Sektion wird einen Vortrag über den gegenwärtigen Stand der Forschungen auf diesem Gebiete in der UdSSR der Aufmerksamkeit der Konferenz vorlegen, möchte aber auch eine Information über diesbezügliche praktische und theoretische Untersuchungen in anderen Ländern hören.

Der zweite Teil der Frage meint die Aufklärung des Problems der Irrigation der typischen strukturellen Solontzi (Alkaliböden). Diese Böden charakterisieren sich bekanntlich durch einen Horizont mit absorbiertem Natrium, andererseits durch eine nahe Lagerung der Salzanhäufungen. Wie diese Böden auf die Bewässerung reagieren werden, ob hier ergänzende chemische Meliorierungsverfahren oder Dränung notwendig sein werden, oder ob diese Frage durch Anwendung spezieller technischer Bewässerungsverfahren (z. B. Beregnung) gelöst werden kann — dies sind alles Fragen, die nicht genügend aufgeklärt sind, die aber jetzt für die UdSSR infolge der Entwickelung des Irrigationsbaus gerade in der Zone der Alkaliböden von höchster aktueller Wichtigkeit sind. Die Sowjet-Sektion möchte die Erfahrungen und experimentellen Untersuchungen der ausländischen Kollegen kennen lernen.

2. Koeffizient der Wasseraufsaugung durch den Boden.

Hierunter verstehen wir die Erscheinungen der Filtration des Wassers in den Böden auf ihrer ersten Stufe, wo das Wasser nur eben mit trockenem oder etwas befeuchtetem Boden in Berührung kommt. Hier kann das Gesetz von Darcy offenbar nicht gelten, da es die Filtration in dem preliminär mit Wasser gesättigten Boden nach Gleichgewichtseinstellung charakterisiert. Im Gegensatz zu dieser Erscheinung existiert eine Phase, wo das Gleichgewicht sich nicht eingestellt hat.

Die Untersuchung dieser letzteren ist von grossem Interesse, da in Meliorationsbedingungen das sich eingestellte Gleichgewicht, streng genommen, nur unter Bauten beobachtet wird, doch nicht im Felde und in den bewässerten Flächen und sogar nicht in Bewässerungskanälen. Der Einzelbeguss, das Begiessungsrégime des Feldes im ganzen, — das ist die Phase des sich nicht eingestellten Gleichgewichts der Bewegung des Wassers im Boden. Daher ist es natürlich, dass bei der rationellen Organisation der Begiessungsverhältnisse, bei der Wahl rationeller Begiessungstechnik u. a., wir uns auf die Gesetzmässigkeiten der Bewegung des Wassers im Boden bei dem sich nicht eingestellten Gleichgewicht stützen müssen und die Erscheinungen der „Wasseraufsaugung“ durch den Boden gründlich kennen sollen.

Da den Fragen des Begiessungsrégime des Feldes (seinem Hydromodul), besonders bei der Grosswirtschaft, von der Sowjet-Sektion eine wesentliche Bedeutung beigemessen wird, findet sie es für zweckmässig, diese Frage auf die Tagesordnung zu stellen.

3. Biologische Prozesse im Boden bei künstlicher Irrigation.

Es ist ganz klar, dass nicht nur der Feuchtigkeitszustand, sondern auch die Bioprozesse von der Begiessung reguliert werden. Die Bedeutung biologischer Prozesse für die Landwirtschaft im allgemeinen braucht heute nicht hervorgehoben zu werden, doch in Verhältnissen der künstlichen Bewässerung sind sie besonders wichtig, da sie hier in weitem Ausmasse künstlich reguliert werden können. Die Theorie und Praxis dieser Frage bleibt aber sehr weit hinter den reellen heutigen Wirtschaftsanforderungen zurück. Dies hat die Sowjet-Sektion dazu bewogen, diese Frage vor der Konferenz aufzustellen. Die Versuchsanstalten unserer Union haben in dieser Hinsicht, wie es uns scheint, Wesentliches erreicht, deshalb möchten wir unsere Erfahrungen unseren Kollegen mitteilen, die erzielten Resultate und die Untersuchungsmethodik mit ihnen besprechen, um nach gemeinsamer Durcharbeitung die wünschenswertesten Richtungen der weiteren Arbeiten festzustellen.

4. Bedingungen der Bildung der Solontschaks (Salzböden) und ihre Dränung.

Die Sowjet-Sektion hält es für wünschenswert, diese Frage auf die Tagesordnung der Konferenz zu stellen aus folgenden Gründen: 1) es sind einige neue Angaben vorhanden über die Solontschakbildungs-

bedingungen und die Sektion möchte diese besprechen; 2) die Irrigationsanstalten unserer Union haben auf dem Wege der Entfaltung weitgreifender Dränungsarbeiten im Solontschakgebiet eine Reihe Versuche zur Prüfung im Felde der Methoden der tiefen Röhrendränung und der Kalifornischen Brunnen angestellt. Die Sowjet-Sektion legt grossen Wert auf die Besprechung dieser Frage mit den ausländischen Kollegen und die Möglichkeit der Bereicherung der Erfahrungen unserer Spezialisten mit den reichen Erfahrungen des Auslandes.

5. Verfliessende Böden und ihre Trockenlegung.

Bei der Ausführung hydrotechnischer Arbeiten stossen wir öfters auf verfliessende Böden und spüren die ernsten Schwierigkeiten, die sie uns entgegenstellen. Die allgemeine Bedeutung der Frage ist demnach zweifellos. Das Hydrologische Institut schliesst jetzt eine grosse Arbeit über die Erforschung der Methoden zur Entwässerung der verfliessenden Böden ab und es ist daher interessant, diese Frage einer Diskussion zu unterwerfen.

6. Kolmatage der Niederungen.

Die Versuche mit der Kolmatage verschiedener Territorien mit Flussanschwemmungen sind in der UdSSR bereits angefangen worden und weitgreifende Arbeiten in dieser Richtung sind im Gange. Wissenschaftliche Forschungsarbeiten, mit Industrieanforderuugen im Einklang, werden heute in der Kolchida-Niederung (Tal des Flusses Rion) geführt, die Kolmatage des Unterlandes des Flusses Kuban ist an der Reihe und in nächster Zukunft steht die Kolmatage der Wüstensände von Mittelasien bevor.

Die Kolmatage zu Landwirtschaftszwecken ist bedeutendermassen eine zur Bodenkunde gehörende Frage, daher wäre ihre Erörterung auf der Konferenz der VI. Kommission sehr zu wünschen.

7. Ausnützung der Abflusswässer der Städte zu Landwirtschaftszwecken.

Vor den Städten der Union steht die Aufgabe, grosse Obst- und Gemüsesowjetwirtschaften in den Vororten der Grossstädte zu organisieren. Bei der Lösung dieses Problems gewinnt die Frage von der Ausnützung der Abflusswässer der Städte die grösste Bedeutung.

8. Wärmemelioration des Bodens.

Die beim Regulieren des Wasserhaushalts der Böden der Trockengebiete üblichste Methode ist die unmittelbare Zufuhr des Wassers von aussen, das Begiessen des Bodens. Der Defizit des Wassers im Boden ist gewissermassen eine Folge der in diesen Gebieten herrschenden ungünstigen Temperaturverhältnisse, es ist daher natürlich, dass die Lösung der Frage von der Beseitigung des Wasserdefizits im Boden mit dem Regulieren der Temperaturverhältnisse in Verbindung gestellt wird. Eine der Methoden zur Regulierung der Wärmeverhältnisse des Bodens bildet die Anhäufung im Boden im Laufe des Winters von grösseren Eisvorräten.

Dadurch wird sowohl eine bessere unmittelbare Wasserversorgung erzielt, als auch bessere Wärmeverhältnisse im Boden in der kritischen Hitzeperiode gesichert.

Diese Methode ist es gerade, die zur Zeit in der UdSSR theoretisch und experimentell im Felde durchgearbeitet wird. Es sind auch einige Resultate erreicht worden, weshalb die Sowjet-Sektion es für gemessen erachtet, sowohl das Prinzip selbst dieser Methode, als auch deren praktische Errungenschaften der Aufmerksamkeit der Konferenz darzubieten.

Prof. *A. Kostiakov*
Vize-Präsident der VI. Kommission

Moskau, UdSSR

1. ON THE DYNAMICS OF THE COEFFICIENT OF WATER-PERCOLATION IN SOILS AND ON THE NECESSITY OF STUDYING IT FROM A DYNAMIC POINT OF VIEW FOR PURPOSES OF AMELIORATION

A. N. Kostiakov (Moscow, USSR)

Theses

1. In the domain of melioration and hydrology one has constantly to deal with phenomena of the water absorption by soils, and to base a great many important calculations and deductions in this domain on these phenomena.

2. The basis laid for these calculations is generally the coefficient of filtration of corresponding soils, after Darcy, i. e. one characterizing the rate of water-filtration under conditions of a soil saturated with water. However, a very vast domain of melioration and hydrological problems — such as norms and methods of irrigation, losses of water in channels, phenomena of the water-drainage, and so on — cannot be based on filtration phenomena, as we have to deal with water percolating into soils unsaturated with water, and not into saturated soils.

3. Phenomena of water-percolation into soils unsaturated with water — the moisture of which gradually increases with the percolation of water from an air-dry condition to that of full saturation — will be called „phenomena of the water-percolation (absorption)", for distinguishing them from those of filtration, beginning after the soil has reached its full saturation.

4. The quantitative side of water-absorption by soil may be characterized by the coefficient of absorption, under which there should be understood the quantity of water, absorbed by the given soil in unit of time, at a unit of dip (inclination) per unit of surface. The coefficient of the water-absorption by soil is a dynamic value, varying in the course of time. Namely, the coefficient of absorption decreases (in proportion to soil saturation with water), from a certain quantity K_0, responding to an air-dry condition of soil, up to the quantity K_D, responding to full saturation of soil with water, i. e. to the coefficient of filtration, after Darcy.

5. Modification (decrease) in the value of the coefficient of absorption, in the course of time observed as the water is percolating and saturating the soil, takes place under the influence 1) of a gradual increase in the thickness of the soil layer, through which water percolates, i. e. of an increase of resistance, and 2) of the alterations in the chemical and physical properties of soil in its separate layers (under the action of water illuvium of the silt particles, of the swelling of particles, and so on), the latter factors having the capacity of accelerating as well as of retarding the action of the former.

6. Variations in the coefficient of the water absorption by soil take place along a certain curve, the aspect of which depends on the character of soil. The general form of curves of the absorption coefficient (within the limits of an air-dry condition up to full saturation) may be thus represented as follows:

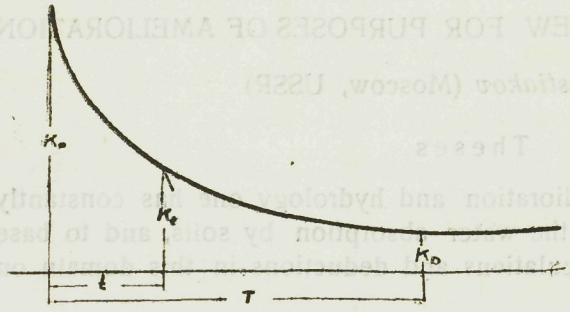


Fig. 1.

$$K_t = \frac{K_0}{t^{\alpha}},$$

in which K_t — is the value of the coefficient of absorption, responding to a certain moment of time t; K_0 — the value of the coefficient of absorption, responding to the air-dry condition of soil; t — time from the initial state of soil, and α — indicator of the degree, depending on the character of soil and determined after the curve and based on experiments.

7. The coefficient K_0 characterizes the water properties of the given soil in its air-dry condition, in the same way, as the coefficient of filtration after Darcy, K_D — characterizes the water properties of the same soil, saturated with water. The coefficient K_0 value is connected with that of the coefficient K_D by the following dependence:

$$K_0 = K_D \cdot T^{\alpha},$$

in which T is the time, which it takes to obtain a stabilized discharge, i. e. the time needed for the phenomenon of absorption to become that of filtration, and the coefficient of absorption to become equal to that of filtration, after Darcy.

The expression produced for K_0 shows us the method for determining the quantity of K_0.

8. For illustrating the enounced theses we have, as example, the following curve of the percolation coefficient of soils, characterizing the modifications of this coefficient in the course of time.

9. If in the domain of hydrotechnical construction we have chiefly to deal with phenomena of filtration exposed on our curve beyond the limits of the coefficient K_D, in the domain of melioration and hydrology, on the other hand, we have to deal, for the most part, with phenomena lying in the portion of this curve from K_0 to K_D, i. e. with varying values of the percolation coefficient.

10. The stated circumstance is of very great importance, not only theoretical, but practical too, for melioration and hydrology. Inasmuch the percolation phenomenon cannot be studied in static condition, but has to be examined dynamically in its development, so all the processes and calculations based, in any degree, on this phenomenon obtain also a sharply dynamical expression. For illustrating this thesis I shall cite the two following examples in the domain of the irrigation theory and in hat of drainaget.

11. It is very important, in furrow irrigation to agree in such a way the length of the furrows watered with the size of the head of water that, at the given grade and permeability of soil, the minimum waste of water should be obtained at the end of the plot as well as the least value of the watering norm. If we accept that the coefficient of the soil permeability decreases with time, we shall theoretically obtain

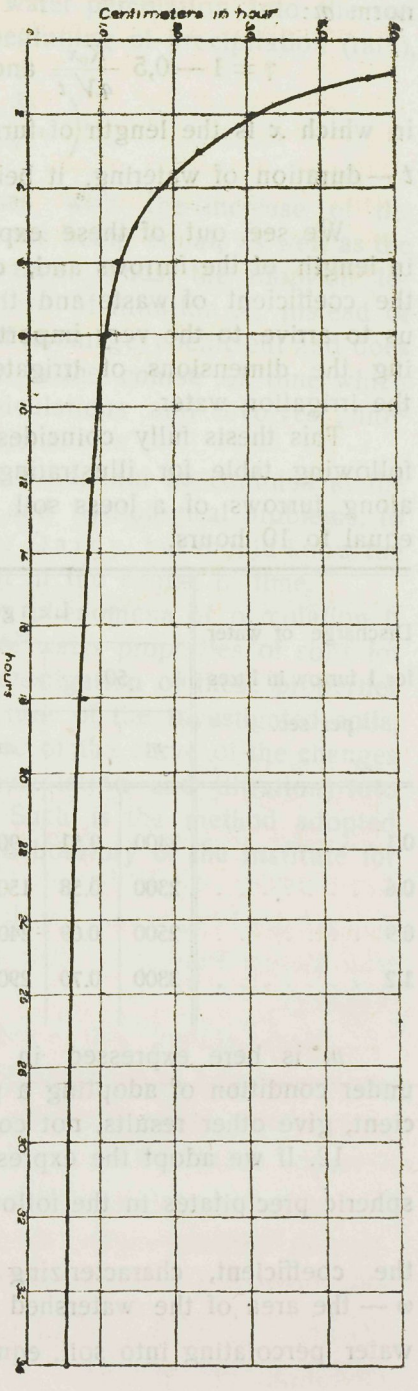


Fig. 2.

such values of the waste coefficient γ and of that of the watering norm m:

$$\gamma = 1 - 0{,}5\,\frac{K_0 x}{q\sqrt{t}} \text{ and } m = K_0\sqrt{t} - \frac{K_0^2 x}{4q} \text{ of metres}^1$$

in which x is the length of furrows; q — the head for one furrow, and t — duration of watering, it being accepted that $K_t = \frac{K_0}{\sqrt{t}}$.

We see, out of these expressions, that, together with the increase in length of the furrows and, consequently, that of the watered plots, the coefficient of waste and the watering norm decrease, which allows us to arrive to the very important deduction of the necessity of enlarging the dimensions of irrigated areas for increasing the efficiency of the irrigation water.

This thesis fully coincides with field observations. I produce the following table for illustrating the values of m and γ at a watering along furrows of a loess soil at a grade of field $Y = 0.008$, watering t equal to 10 hours.

Discharge of water for 1 furrow in litres per sec.	Length of watered plots in meters									
	50		100		150		200		average	
	m	γ	m	γ	m	γ	m	γ	m	γ
0.1	1400	0.51	900	0.39	700	0.22	600	0.22	900	0.34
0.6	2300	0.58	1500	0.42	1200	0.33	1100	0.31	1500	0.41
0.9	2500	0.69	2400	0.44	1600	0.34	1300	0.43	2000	0.47
1.2	3300	0.70	2900	0.49	1900	0.49	1700	0.45	2400	0.53

m is here expressed in m^3 per 1 hect. The calculations made under condition of adopting a permanent value of the percolation coefficient, give other results, not coinciding with those actually obtained.

12. If we adopt the expression of the drainage coefficient of atmospheric precipitates in the following form: $\sigma = \frac{2\varphi(1-\eta)}{\sqrt[x]{\omega}}$, in which φ is the coefficient, characterizing the influence of the watershed slope ω — the area of the watershed in hect, η — coefficient of absorption of water percolating into soil, equal to $\eta = \frac{K_0}{\varphi h t^{\alpha}}$, in which h is the intensity

[1] in order to obtain the volume in 3 m^3 pro hectare, it is necessary to multiply the layer of m by 10.000 (*sq. m*).

of rainfall per unit of time; t — time from the beginning of precipitation, and K_0 — coefficient of the water percolation into the soil of the watershed at the moment of the beginning of precipitation (rain), we shall obtain;

$$\sigma = \frac{2\varphi}{\sqrt[x]{\varphi}} \left(1 - \frac{K_0}{\varphi h t^{\alpha}}\right),$$

i. e., the modulus of run off increases with the increase of the duration of precipitation, all other conditions being equal, as well as the intensity of rainfall run off[1] per unit of time. Thus, the adoption, for characterizing a soil, of a constant coefficient of filtration K, instead of its dynamical value, exaggerates the run off (drainage) coefficient and does not give the picture of its modification in the course of time which leads, in a series of cases, to wrong calculations and involves unnecessary exaggeration of the canals' dimensions.

13. All the above said indicates, that we cannot be confined at the solving of different kind of meliorative and hydrological problems, to the value of the coefficient of filtration after Darcy, but should know the dynamics of the changes of this coefficient in the course of time.

14. In virtue of the dynamicity of the phenomena of percolation it should be necessary, at the investigation of water properties of soils for meliorative purposes: 1) to conduct the investigation of these properties with the conservation of the natural structure of the investigated soils, i. e. on monoliths, and 2) to give the whole of the curve of the changes in the coefficient of water penetration (percolation and filtration) into the given ground in the course of time. Such is the method adopted for such investigations at the Melioration Laboratory of the Institute for Hydrotechnics and Melioration of USSR.

---

[1] discharge per sec. from one hect.

2. ÜBER DIE ÄNDERUNGEN DER IM BODEN ZIRKULIERENDEN SALZLÖSUNGEN

B. Polynov und *S. Bystrov* (Leningrad, UdSSR)

Im Jahre 1930 wurde in der Lieferung XIX der Mitteilungen des Wissenschaftlichen Staats-Instituts für Melioration, in russischer Sprache, die Arbeit von Prof. B. Polynov und Assitent B. Philosophov veröffentlicht: „Über die Änderungen der Lösungen, welche bei deren kapillarischem Aufstieg im Boden beobachtet werden". In diesem Aufsatze wurden die Resultate der von den Verfassern angestellten Versuche mit dem kapillarischen Aufstieg im Boden der NaCl, Na_2SO_4 und $NaHCO_3$-Lösungen, mitgeteilt. Es wurden zum Versuche Glaszylinder angewandt von 1 m Höhe, mit innerem Diameter von 10 cm. Im unteren Teile sind die Zylinder mit Tubulus versehen, mittels welcher sie mit dem Gefäss verbunden werden, in dem sich die Lösung befindet. Die Zylinder wurden derweise mit Böden angefüllt und den Gefässen verbunden, dass der Spiegel der Lösung auf der Höhe des oberen Randes des Tubulus stände. Von diesem Punkte ab stieg die Lösung im Boden mittels kapillarischen Aufstiegs.

Nach einiger Zeit wurde der Boden aus dem Zylinder herausgenommen und in einzelnen Horizonten der Gehalt an den in der Lösung vorhandenen Salzen bestimmt. Bei jedem Versuche wurden auch Kontrolleversuche ausgeführt.

Alle ausgeführten Versuche können in zwei Gruppen eingeteilt werden: a) Veränderungen, die in Lösungen bei kapillarischem Aufstieg in absorbierenden Bodengründen und b) Veränderungen, die in Lösungen bei kapillarischem Aufstieg in Bodengründen ohne absorbierenden Komplex beobachtet werden.

Versuche der ersten Gruppe wurden mit Lehm (Bandton) ausgeführt welcher aus folgenden Bestandteilen sich zusammensetzte:

180 g Lehm, bei 105° C getrocknet, enthalten:

Gesamtgehalt		Absorbierter Basen	
SiO_2	62.01	CaO	0.350
TiO_2	1.10	MgO	0.324
AlO_3	15.00	K_2O	0.052
FeO_3	5.45	Na_2O	0.023
FeO	1.23		
MnO	0.11		
CaO	1.87		
BaO	0.07		
MgO	1.77		
K_2O	3.49		
Na_2O	1.91		
Glühverlust	5.85		
	99.86		

Die Lösung, in der gleichzeitig Chlornatrium und schwefelsaures Natrium vorhanden waren, hat bei kapillarischem Aufstieg folgende Veränderungen im Verhältnis $SO_4'' : Cl'$ aufgewiesen:

	$SO_4'' : Cl'$
In freier Lösung	1.21 : 1
In benetztem Lehm auf der Höhe von 12 cm	1.26 : 1
„ „ „ „ „ „ „ 24 „	1.44 : 1
„ „ „ „ „ „ „ 36 „	1.10 : 1
„ „ „ „ „ „ „ 48 „	0.35 : 1
„ „ „ „ „ „ „ 56 „	0.02 : —

Es wurde festgestellt, dass im unteren Teile der Kapillare Sulphate vorwiegen, im oberen aber von der Höhe von zirka 40 cm ab, nehmen die Chloride Oberhand. Bei anderen Versuchen mit derselben Lösung konnten wir auf der Höhe von 65 cm keine Sulphate vorfinden. Diese Höhe erreichten nur die Chloride.

Die Ursache dieser Veränderungen des Verhältnisses zwischen den Chloriden und Sulphaten in der Lösung während deren kapillarischen Aufstiegs ist, wie es festgestellt worden ist, darin zu suchen, dass das vom Lehm absorbierte Kalzium von den Natriumionen verdrängt wird; frei geworden verbindet sich das Kalzium mit den SO_4''-Ionen und fällt aus der Lösung heraus, infolge der relativ schwachen Löslichkeit von $CaSO_4$.

Dies bewirkte, eine Anhäufung der Sulphate im unteren Teile der kapillarisch-benetzten Lehmschicht und im Gegenteil, ein Anwachsen per Menge der Chloride in der oberen Schicht.

Die Versuche der zweiten Gruppe wurden mit gut durchgespültem mit Salzsäure behandeltem Sande, ohne Teilchen $<0{,}01$ mm und $>0{,}25$ mm, ausgeführt.

Die Bauschanalyse des Sandes hat folgende Resultate ergeben:

SiO_2	99.74%
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0.19%
Glühverlust	0.09%
	100,02

Zur Prüfung der Absorptionsfähigkeit dieses Sandes wurde einer der Zylinder fast bis zum Rande damit ausgefüllt und durch diese 1 m-Sandsäule wurde eine NaCl-Lösung durchgelassen, die 79,10 g Salz pro Liter enthielt und deren elektrometrisch bestimmte Wasserstoffionenkonzentration (pH) = 6,09 betrug. Die durch den Sand durchgelassene Lösung entfloss aus dem unteren Tubulus und wurde als einzelne succesive Portionen gesammelt, in denen der Cl-Gehalt und pH bestimmt wurden. Der Chlorgehalt blieb unverändert. Der pH-Wert aber veränderte sich folgenderweise:

		pH
In der 1. Portion	405 ccm	5.48
„ „ 2. „	340 „	5.30
„ „ 3. „	270 „	5.92
„ „ 4. „	805 „	5.96
„ „ 5. „	285 „	6.02
„ „ 6. „	320 „	6.09
	2.425 ccm	

Wir sehen somit, dass der pH-Wert der ersten Portion sich vom pH-Werte der Ausgangslösung und jenem der letzten Portion auf eine solche Grösse unterscheidet, die keinen Einfluss auf die Bestimmungen haben kann, welche mittels der üblichen chemischen Analysenverfahren ausgeführt werden.

Der auf solche Weise vorbereitete nichtabsorbierende Sand wurde für folgende Versuche verwendet. Diese Versuche haben keine deutliche, klare Resultate ergeben. Auf Grund dieser Resultate, konnte man voraussetzen, dass auch in diesem Falle die Chloride höher stiegen, als die Sulphate, und die Sulphate höher, als $NaHCO_3$; doch waren die beobachteten Unterschiede so klein, dass man sie als zulässige Analysenfehler betrachten konnte.

Zur Ermittelung deutlicher Resultate und einer bestimmteren Differenzierung der Lösungen müsste man, unseres Erachtens, die Einwirkungsdauer und die Höhe des kapillarischen Aufstiegs der Lösungen vergrössern. (In erwähnten Versuchen übertraf die Höhe nicht 30 cm und die Versuche währten, jeder einzeln genommen, nicht mehr als 1,5 Monate).

B. I. Philosophov konnte die Versuche nich weiter führen, da er gesundheitswegen aus Leningrad nach dem Süden übersiedeln musste; an seine Stelle trat Assistent S. B. Bystrov[1].

Zum ersten Versuch wurde derselbe nichtabsorbierende Sand genommen, der auf obenbeschriebene Weise vorbehandelt wurde, nur wurde er vor dem Einfüllen in die Zylinder mit destilliertem Wasser bis zu 4—4,5% Feuchtigkeitsgehalt benetzt. Die Zylinder wurden am 3. und 4. Januar 1929 ausgefüllt und mit der Lösung verbunden, in welcher pro 1 Liter = 7,884 g NaCl und 22,931 g Na_2SO_4 aufgelöst waren. Der Sand wurde aus den Zylindern entnommen: aus dem ersteren am 26/X 1929, aus dem zweiten — am 26/I 1930. Somit war der erste Zylinder $10^1/_2$ Monate in Wirkung und der zweite — $12^1/_2$ Monate[2].

Die Analysenresultate werden auf den folgenden Tabellen gezeigt.

1. Zylinder

Aufstiegshöhe über dem Niveau der Lösung in cm	In 100 g Sand enthalten			Verhältnis der Menge der Ionen Cl' : SO_4''
	Wasser	Cl'	SO_4''	
56—57	3.97	Spuren	abs	—
53—54	4.36	»	»	—
50—51	4.62	0 003	Spuren	—
47—48	5.57	0.005	0.002	4.64 : 1
44—45	5.84	0.008	0.005	4.24 : 1
40—41	6.16	0.009	0.010	2.46 : 1
35—36	6.79	0.013	0.023	1.55 : 1
31—32	7.76	0.019	0.037	1.41 : 1
27—28	11.43	0.032	0.079	1.09 : 1
23—24	12.30	0.043	0.111	1.04 : 1
19—20	21.17	0.073	0.123	0.89 : 1
14—15	21.32	0.075	0.264	0.76 : 1
Ausgangslösung	100.00	—	—	0.82 : 1

[1] Alle weiterbeschriebenen Versuche wurden bis heute noch nicht veröffentlicht.

[2] Zwecks Vergrösserung der kapillarischen Aufstiegshöhe wurde die Verdunstung am oberen Ende der Zylinder ausgeschlossen: man bedeckte die Zylinder mit einer mit Vaselinöl geschmierten Glasscheibe.

2. Zylinder

Aufstiegshöhe über dem Niveau der Lösung in cm	In 100 g Sand enthalten			Verhältnis der Menge der Ionen $Cl' : SO_4''$
	Wasser	Cl'	SO_4''	
68—70	4.50	Spuren	abs	—
63—65	4.71	„	„	—
58—60	4.39	0.002	Spuren	—
53—55	4.68	0.004	0.002	5.07 : 1
48—50	7.88	0.008	0.007	2.90 : 1
43—45	8.27	0.011	0.013	2.20 : 1
33—35	12.70	0.029	0.065	1.20 : 1
28—30	19.06	0.048	0.126	1.03 : 1
23—25	22.71	0.060	0.180	0.90 : 1
18—20	23.85	0.068	0.222	0.82 : 1
13—15	24.99	0.072	0.262	0.75 : 1
8—10	23.63	0.075	0.286	0.71 : 1
Ausgangslösung	100.00	—	—	0.82 : 1

Wir sehen somit, dass beide Versuche ganz analogische Resultate geliefert und deutlich gezeigt haben, dass beim Aufstieg der freien Lösung im Boden über ihr Niveau, die in ihr vorhandenen Chloride den Sulphaten vorangehen und die Lösung eine gewisse Differenziation erleidet, diese Erscheinung entfaltet sich in diesem Falle unmittelbar von der Wechselwirkung zwischen Lösung und dem absorbierenden Bodenkomplex, der in diesem Versuche gänzlich fehlt.

Die Bedingungen in welchen die obenbeschriebenen Versuche angestellt wurden liessen die Möglichkeit der Diffusion der aufgelösten Salze von unten nach oben zu. Zwecks Aufklärung des Charakters dieser Diffusion, ohne diese durch Erscheinungen des kapillarischen Aufstiegs zu stören, wurden die nachfolgenden Versuche etwas anders konstruiert. Die Tubulusse der Zylinder wurden mit Pfropfen zugestopft und ihre unteren Teile bis zur Höhe von 15 cm mit demselben (nichtabsorbierendem) Sande angefüllt, wonach dieser Sand bis zur vollen Wasserkapazität mit einer Chlorido-Sulphat-Lösung gesättigt wurde; in diesen Lösungen entfielen auf 1 L Wasser 12,022 g Cl und 7,818 g SO_4, was folgendem

Verhältnis der Ionen-Mengen entspricht: $Cl' : SO_4'' = 4{,}16$. Auf diesen Sand wurde eine Sandschicht aufgeschüttet bis zur Höhe von 82 cm, doch diese Schicht wurde mit destilliertem Wasser benetzt, wobei im ersten Zylinder der Sand bis zur vollen Wasserkapazität befeuchtet wurde, was 20% Feuchtigkeitsgehaltes entspricht, und im zweiten Zylinder — bis zu 5% Feuchtigkeit. Die auf diese Weise geladenen Zylinder wurden von oben mit Vaselinöl geschmierten Glasscheiben bedeckt und so auf 325 Tage (Ausfüllung erfolgte am 25/XI 1929, wurde aufgebrochen — am 16/V 1930) stehen gelassen. Danach wurde der Boden von oben ab schichtenweise herausgenommen und in jeder Schicht wurden bestimmt: Feuchtigkeitszustand, Gehalt an Cl' und SO_4''. Die Bestimmungsresultate sind in folgenden Tabellen zusammengefasst.

1. Zylinder

Höhe über dem Zylinderboden in cm	In 100 g Sand enthalten			Verhältnis der Ionen Menge $Cl' : SO_4''$	Anmerkung
	Wasser	Cl'	SO_4''		
60—62	18.98	Spuren	abs	—	Der Sand mit destilliertem Wasser gesättigt
55—57	20.29	„	„	—	
50—52	18.92	0.09	Spuren	—	
45—47	19.40	0.02	0.002	24.48	
40—42	18.79	0.02	0.005	12.73	
35—37	19.49	0.03	0.009	9.51	
30—32	20.49	0.05	0.018	8.22	
25—27	17.87	0.06	0.03	5.86	
20—22	20.25	0.08	0.05	4.44	
15—17	19.53	0.10	0.06	4.25	
10—12	20.08	0.13	0.10	3.47	Der Sand mit Salzlösung gesättigt
5— 7	18.34	0.13	0.11	3.18	
0— 2	20.28	0.14	0.12	3.18	

2. Zylinder

Höhe über dem Zylinderboden in cm	In 100 g Sandes enthalten			Verhältnis der Ionen-Menge $Cl' : SO_4''$	Anmerkung
	Wasser	Cl'	SO_4''		
60—62	3.01	abs	abs	—	Der Sand war benetzt mit destilliertem Wasser bis zu 50% Feuchtigkeit
55—57	3.31	„	„	—	
50—52	3.77	„	„	—	
45—47	4.14	„	„	—	
40—42	4.89	Spuren	Spuren	—	
35—37	5.73	„	„	—	
30—32	6.33	0.016	0.004	10.56	
25—27	7.24	0.03	0.01	7.22	
20—22	11.16	0.06	0.03	5.41	
15—17	13.58	0.10	0.06	4.59	
13—15	20.45	0.16	0.10	4.22	Der Sand mit Salzlösung gesättigt
10—12	20.37	0.16	0.11	4.06	
5— 7	20.90	0.17	0.13	3.72	
0— 2	22.20	0.18	0.14	3.59	

In der Ausgangslösung, mit der der Sand im unteren Teile der Zylinder gesättigt war, besass das Verhältnis der Ionen-Menge: $Cl' : SO_4'' = 4{,}16$.

Die Zusammenstellung der Resultate des Versuches im 1. und 2. Zylinder zeigt, dass der abwärts gerichtete Wasserstrom, der im 2. Zylinder beobachtet wird, einen deutlichen Einfluss auf die Diffusion gehabt hat — Verminderung der Diffusionsgeschwindigkeit; daher drangen die Salze im zweiten Zylinder bis zur Höhe von 27 cm (von 15 bis 42 cm) vor, während im ersten — nur bis zur Höhe von 47 cm (von 15 bis 62 cm).

Sowohl diese Versuche, als auch die vorhergegangenen berechtigen uns zu folgenden Folgeschlüssen:

1. Bei der Diffusion der in Boden- und Grundwassern aufgelösten Salze diffundieren die Chloride schneller, als die Sulphate.

2. Bei kapillarischem Aufstieg der Salzlösungen in Böden, in welchen absorbiertes Kalzium vorhanden ist, gehen die Chloride den Sulphaten voran und erreichen schneller die oberflächlichen Bodenhorizonte.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass der erste Satz die spezielle Eigentümlichkeit der Diffusion in Boden- und Grundwassern hervorhebt, denn auf Grund der theoretischen Bestimmung der Geschwindigkeit der Diffusion von NaCl und Na_2SO_4 in freien Lösungen gelangt man zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen: von der grösseren Schnelligkeit der Diffusion der Sulphate [1].

Es ist wohl möglich, dass in Bedingungen der Boden- und Grundlösungen die Erscheinung der sogenannten physikalischen Adsorption der Elektrolyte durch die Oberfläche der Bodenteilchen stattfindet. Die Forschungen von A. V. Trofimov haben gezeigt, dass die physikalische Adsorption der Chloride und Sulphate durch den Boden ein negatives Zeichen besitzt, d. h. dass die vom Boden zurückgehaltene Lösung eine schwächere Konzentration besitzt, als die aus dem Boden ausgepresste, wobei die absolute Grösse der negativen Adsorption fürs Chlorid höher ist, als für die Sulphate des Natriums. Das in unseren Versuchen beobachtete Verhältnis zwischen $Cl' : SO_4''$ im unteren Teil und im oberen Teil des Zylinders bestätigt vollkommen die Resultate der Versuche von A. V. Trofimov.

Das Ziel unserer weiteren Arbeit ist die Feststellung der praktischen Bedeutung der Diffusionseffekte bei der Beregnung und den anderen Methoden der künstlichen Bodenbewässerung.

Der zweite Satz hat seine Erklärung bereits erfahren. Seine praktische Bedeutung wird durch die Möglichkeit bestimmt auf Grund des Vergleichs des Verhältnisses $Cl' : SO_4''$ im Grundwasser und in oberen Bodenhorizonten die Anfangsmomente sowohl der natürlichen, als auch der künstlichen Versalzung der Böden feststellen zu können. Ein auf gleiche Weise ausgeführtes eingehenderes Studium der Verhältnisse von $Cl' : SO_4'' : HCO_3'$ usw. wird uns die Möglichkeit verleihen die Wasser-Salz-Verhältnisse in Böden der Irrigationsrayone im allgemeinen aufzuklären helfen.

---

[1] Die Diffusionsgeschwindigkeit wurde nach der Formel $D \frac{2UV}{U+V} RT$, bestimmt.

3. SOLONETSOUS PROCESSES AT AMELIORATION

L. P. Rosov (Moscow, USSR)

I

Classical investigations, carried out by the academician K. K. Gedroiz on phenomena of absorption and of properties of the soil absorbing complex have brought, as it is well known, to the conception of the „solonets" (alkali soil), as being a soil containing exchangeable sodium. The formation of soda, a high soil dispersity and a slight decomposition of the absorbing complex into its constituents (R_2O_3 and SiO_2), are the main solonets properties determined by the presence of the exchangeable sodium.

All these properties, being of an extremely negative character from a general agricultural point of view, have brought to a quite new, different plane the essential problems of the amelioration of soils. Thus, the washing of solonchaks (saline) cannot be considered any more, as a simple process of the physical leaching out of salts. We know now that, at certain conditions, there may be, during the process itself of the leaching out of salts, a process of the intrusion of sodium into the absorbing complex and a development of all the solonetsous phenomena. On the other hand, we have to take into account, at the irrigation of natural soils of a solonetsous type, i. e. soils already containing absorbed sodium in the absorbing complex of some of their horizons, not only the existing unfavourable physical properties of these horizons, but to foresee too the evolution of their absorbing complex, in order to avoid the phenomena of its decomposition and consequently of a radical deterioration of the whole soil. We know, thus, the principal essence of the phenomena of these two meliorative problems (the problem of the washing of solonchaks and that of the solonets irrigation), but that is far from being sufficient. The enormous, innumerable fund of solonchaks and solonets is practically extremely various: we have here an endless row of degrees of salinization and of the qualitative composition of these salts, the most various degrees of the solonetsosity of soils of the solonets type of soil formation, and must have, conformingly to it,

varied degrees of the manifestation of the solonets properties at melioration. It is evident, therefore, that the problem of a practical control of phenomena, connected with the absorbed sodium solonetsous phenomena, may be solved but on the basis of regional investigations, adapting those to a series of typical conditions. It is much to be pitied, that little has been done as yet in that direction, and the greatest achievements of soil science have, therefore, been but little utilized practically.

At the same time the irrigational practice, partially in USSR, has now to solve the problem of getting familiar with the largest massifs of salinised lands, chiefly of the cotton-plant zone, and solonetsous complexes of the arid zone generally.

It is timely and necessary, therefore, to mobilize the whole of the acquired experience for regulating the solonetsous phenomena in the irrigated regions, as well as to undertake a broad regional study of the question.

The material cited below is just the first test of an experimental study of the manifestation of solonetsous phenomena at the washing of salinized lands of the cotton-plant zone in the USSR, on the one hand, and, on the other, — of the systematization of certain observations on the evolution of soils of a solonetsous type at irrigation.

1. Phenomena of solonetsosity at the washing of salinized serozems (grey soils).

The serozem upon loesslike loam from Central Asia (Golodnaia Steppe) and separate horizons of the alluvial serozem of the Transcaucasus (the Mugan Steppe, Djafarkhan) have served as material for experimental laboratory investigations. Those soils contain 0.5 — 2.0% of humus and from 15 to 20% of calcium carbonate.

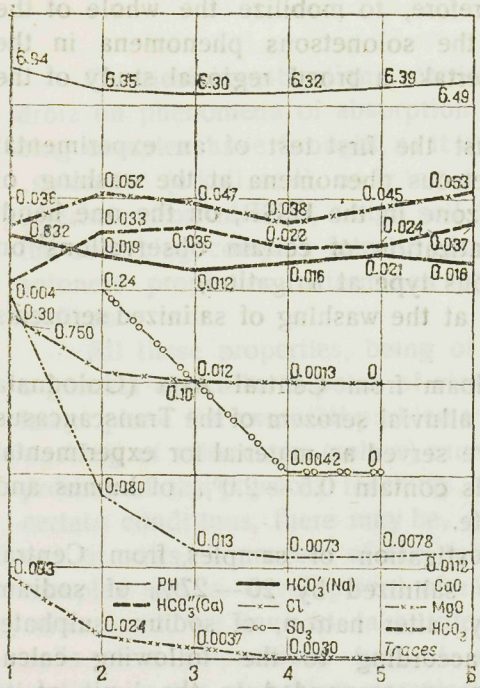
Such was the method of investigation of samples from Central Asia; soil samples were artificially salinized by 20 — 27% of sodium chloride or an equivalent quantity, after natron, of sodium sulphate, after which gypsum was added according to the following calculation: the maximum dose of gypsum responded to the limit of its solubility in the taken concentration of sodium chloride, whilst the subsequent doses were equal to 0.5, 0.25 and 0.0 of this maximum. Successive water extracts were taken from thus prepared samples, the ratio of soil to water being 1 : 7, were then infused during four days, and filtered through a Berkfeld filter with a waterstreaming pump. Each filtrate was analysed after the following elements: forms of alkalinity, pH, Cl, SO_4, Ca, Mg, SiO_2, R_2O_3, soluble organic matter and dispersity. Dispersity was determined through the drawing out of the test sample, with a pipette, from a depth of 10 cm, after it had been left four days to settle, through evaporation and the weighing of the dry residue. The method of investigation of the Mugansk samples consisted in the washing

of soil monoliths having an undisturbed structure and the analysis of successive portions of the filtrate.

Results are stated below according to separate series of tests.

Preliminary tests

Preliminary tests were carried out with a view to establish, whether manifestations of solonetsosity existed for the given kind of soils, and at what degrees of salinization. Soils were taken for that purpose from the V. Alexeevsky village, horizon *A* being salinized to 7.6% and horizon *B* — to 0.9%, they were then placed in their natural condition and with the addition of different doses of sodium chloride upon funnels and washed with successive portions of water.



№№ of the successive extracts.

Fig. 1. Natural soil of the V.—Alexeevski village. Horizon O—10 cm.

The character of the filtration was observed, and the alkalinity of separate portions of the filrate determined. Results obtained were as follows: natural soils gave the curve of alkalinity of successive washings somewhat convex, though very slightly, at 3rd and 4th washings. Filtrates were, however, quite clear and slightly tinted. The picture sharply changed together with the increase of salinization, and when it attained 50% of sodium chloride (which responded approximately to the maximum observed at the drainage-plot of the „Zolotaia Orda" in the Golodnaia Steppe), the filtrate became strongly turbid, very much coloured, and alkalinity rose to more than the double (2.5) of its initial point. We may thus conclude, that the phenomena of solonetsosity are manifested on the serozem but at certain considerable degrees of salinization. This may be explained by the small general kations absorption capacity of the serozem, (which is measured by the quantity of 10 milli-equivalents), and by a considerable buffering power of the calcium carbonate. Therefore, we have stopped, in our further tests at the norm of about 27% of sodium chloride, which is often the case in the solonchaks of Central Asia.

I. Series. This test has been carried out on the V. Alexeevsky village soils with the horizon of 0—10 cm naturally and artificially salinized with 20% of sodium chloride.

Results of the analysis of successive filtrates are given in Tables 1 and 2 and in respective Fig. 1 and 2.

TABLE 1

Removal of salts by successive water extracts from a horizon of 0—10 cm of the Alexeevsky plot serozem (Golodnaia Steppe)

Extracts	pH	Alkalinity in HCO_3				H_2SO_4	Ca	Mg
		total	HCO_3(Ca)	HCO_3(Na)	Cl			
1 . . .	6.94	0.036	0.004	0.032	0.750	—	0.300	0.093
2 . . .	6.35	0.052	0.033	0.019	0.131	0.24	0.080	0.024
3 . . .	6.30	0.047	0.035	0.012	0.012	0.10	0.013	0.0037
4 . . .	6.32	0.038	0.022	0.016	0.001	0.004	0.0073	0.0030
5 . . .	6.39	0.045	0.024	0.021	0.000	0.001	0.0078	traces
6 . . .	6.49	0.053	0.037	0.016	0.000	0.000	0.0112	0.00

TABLE 2

Removal of salts by successive water extracts from a horizon of 0—10 cm of the Alexeevsky plot serozem (Golodnaia Steppe) artificially salinized with 20% of sodium chloride

Extracts	pH	Alkalinity in HCO_3				H_2SO_4	Ca	Mg
		total	HCO_3(Ca)	HCO_3(Na)	Cl			
1 . . .	6.99	0.031	0.007	0.024	12.02	—	0.41	0.102
2 . . .	6.55	0.025	0.010	0.015	1.49	0.096	0.030	0.009
3 . . .	6.83	0.053	0.014	0.039	0.13	0.007	0.004	0.002
4 . . .	7.16	0.090	0.015	0.074	0.018	0.0018	0.004	0.0005
5 . . .	6.99	0.066	0.018	0.048	0.00	0.00	0.001	0.00
6 . . .	6.77	0.064	0.031	0.033	0.00	0.00	0.0018	0.00

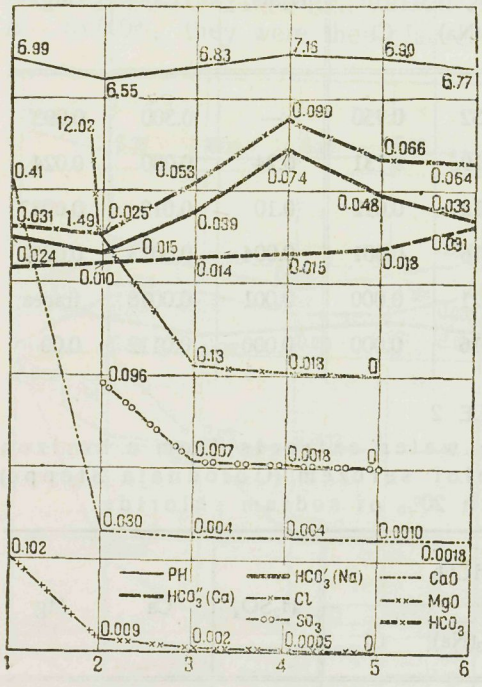
Such was the result of the analysis:

1. Simple water-soluble salts (chlorides, sulphates) are removed in a usual way in both cases and disappear out of solution at the 4th and 5th extracts.

2. The curve of the pH and that of alkalinity behave essentially otherwise. The curve pH changes very slightly in a natural soil, yet having the tendency, after having first fallen, to rise further on.

Akalinity (having in view the form $NaHCO_3$ which mostly interests us) oscillates very slightly too, yet having a definite rise at the 5th extract. We may conclude thereof that natural soil contains very little of absorbed sodium.

3. The pH of a salinized soil gives a much more convex curve with a maximum of 7.16 at the 4th extract. The alkalinity curve has a strongly pronounced character with a maximum of 0.074 at the 4th extract, as compared to that of the 2nd extract — being 0.015. Alkalinity, though speedily falling further on, yet remains, up to the end, visibly higher than that initial. Consequently, we have here a fully typical curve of the manifestation of the solonetsous process, which is to be observed later on too.



№№ of the successive extracts.

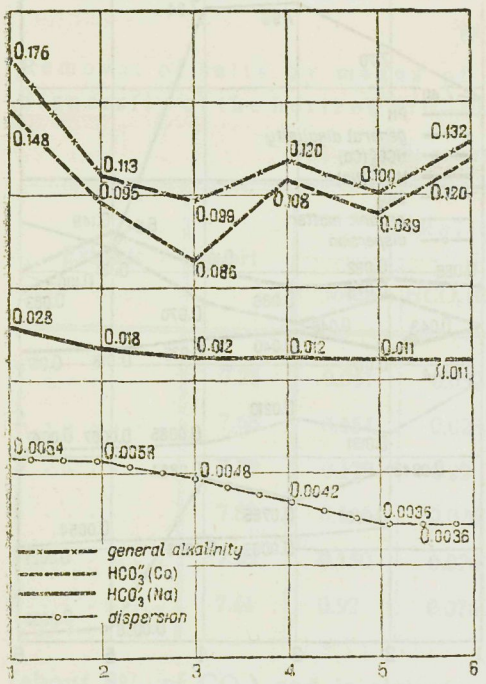
Fig. 2. Artificial Salinization: 20% NaCl. Horizon 0—10 cm.

II. Series. Tests of that series were carried out with an horizon of 0 — 10 cm of a soil of Slavonic farms, not salinized at all in its natural condition. The amount of its artificial salinization with sodium chloride was 27.4%. The amount of gypsum added — 0.0 — 0.77 — 1.5 and 3.15%. To serve for standard to these four readings of salinization, curves of extracts were obtained for a natural soil as well as for the same soil, but fully saturated with sodium by means of its being repeatedly infused with a solution of sodium chloride.

The removal of simple salts in those cases was not determined as it had been produced in a usual way being, consequently, of no interest.

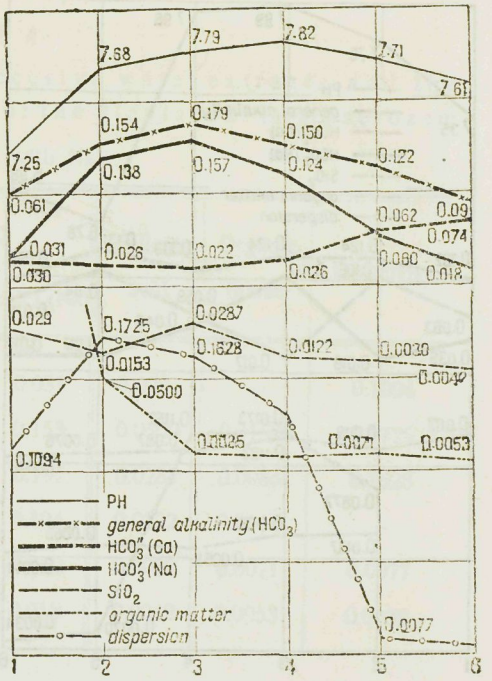
The results obtained are shown in Tables 3 — 8 and Fig. 3 — 8.

We begin examining them from readings relating to natural soil (see Table and Fig. 3). Chlorides and sulphates being absent in it, curves were obtained but of its alkalinity and dispersity. Generally the course of these curves is extremely simple. The general alkalinity curve is high, on the whole due to the high content of carbonates in soil



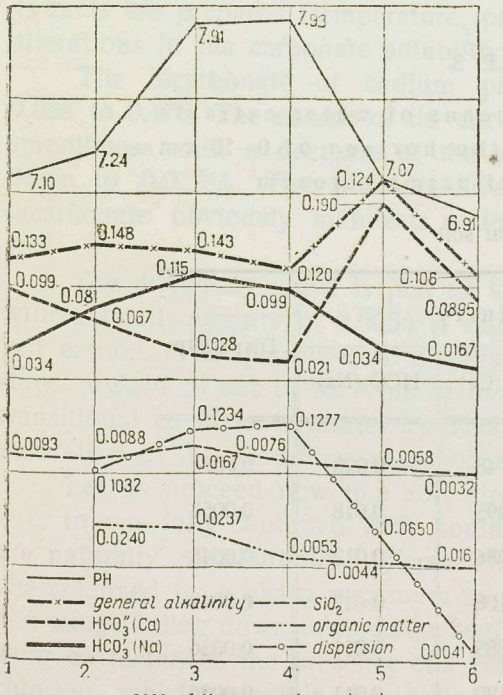
№№ of the successive extracts.

Fig. 3. Natural soil of the Slavianski villages.



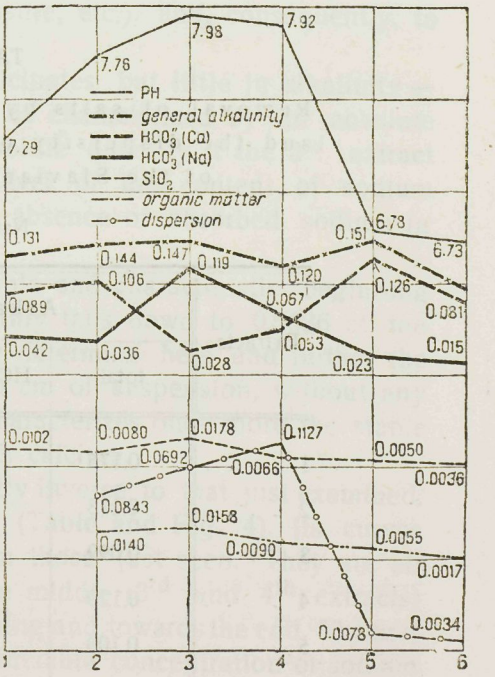
№№ of the successive extracts.

Fig. 4. Salinization. Saturated Na from NaCl.



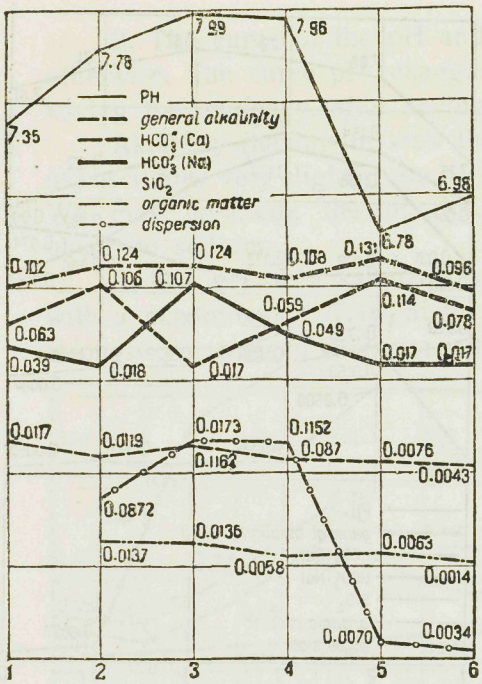
№№ of the successive extracts.

Fig. 5. Salinization: NaCl—27,4%. $CaSO_4$—00%.



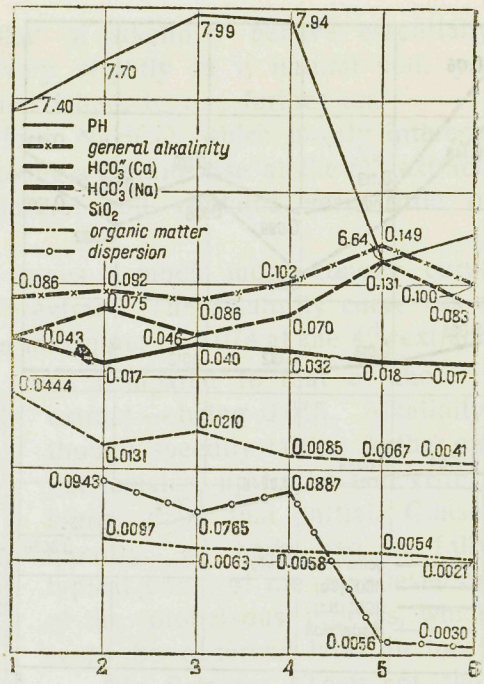
№№ of the successive extracts.

Fig. 6. Salinization: NaCl—27,4%. $CaSO_4$—0,77%.



№№ of the successive extracts.

Fig. 7. Salinization: NaCl—27,4%. $CaSO_4$—1,50%.



№№ of the successive extracts.

Fig. 8. Salinization: NaCl—27,4%. $CaSO_4$—3,15%.

TABLE 3

Removal of salts by means of water extracts and the dispersity of the horizon of 0—10 cm of the Slavianski farms serozem

Natural soil

Extracts	Alkalinity			Dispersity
	total	HCO_3(Ca)	HCO_3(Na)	
1	0.176	0.148	0.028	0.0054
2	0.113	0.095	0.018	0.0053
3	0.099	0.086	0.012	0.0048
4	0.120	0.108	0.012	0.0042
5	0.100	0.089	0.011	0.0036
6	0,132	0.120	0.011	0.0036

TABLE 4

Removal of salts by means of succesive water extracts and the dispersity of the horizon of 0—10 cm of the Slavianski farms serozem

Soil saturated with Na

Extracts	pH	Alkalinity			Silicic acid	Organic matter	Dispersity
		total	HCO_3(Ca)	HCO_3(Na)			
1	7.25	0.061	0.030	0.031	0.029	—	0.1094
2	7.68	0.154	0.026	0.153	0.0500	0.01500	0.1725
3	7.79	0.179	0.22	0.157	0.0287	0.0085	0.1628
4	7.82	0.150	0.026	0.124	0.0122	0.0064	—
5	7.82	0.150	0.026	0.060	0.0030	0.0071	0.0077
6	7.61	0.92	0.074	0.018	0.0042	0.0053	0.0038

(about 8% of CO_2) and is almost entirely formed by the bicarbonate of calcium. The oscillations in its quantity in separate extracts have to be evidently ascribed to the usual oscillations of the conditions under which extracts are prepared (temperature, pressure, etc.), and, consequently, to alterations in the carbonate solubility.

The bicarbonate of sodium participates but little in alkalinity — 0.028 to 0.176. The course of its curve is characterized by an absolute smoothness with a decrease of the absolute quantity it the 3rd extract down to 0.012%. The absolute low level of the content of sodium bicarbonate obviously manifests of the absence of absorbed sodium in soil.

The dispersity curve is just as simple and characteristic: beginning with a small quantity of 0.0054 it smoothly falls down to 0.0036 at the last extract. (The quantities of dispersity determine here and further the direct weight of silt in the volume of 20 cm of suspension, without any transitional coefficients whatever). This characterizes once more the stable saturation of the absorbing complex with calcium.

Let us proceed now to a soil directly inverse to that just examined, i. e. to one fully saturated with sodium (Table and Fig. 4). Its curves are naturally substantially different from those just seen. They are all characterized by a sharp maximum in the middle (3rd and 4th extracts) and wings falling down towards the beginning and towards the end. The first wing characterizes the presence of a considerable concentration of sodium chloride, which prevents the action of absorbed sodium from being manifested; the middle part of the curve — shows the action of the

latter, whilst the terminal descending wing symbolizes the gradual replacing of the absorbed Na by Ca.

Let us examine the curves in detail: that of the general alkalinity, starting with the quantity of 0.061, reaches its maximum of 0.179 at the 3rd extract and falls down to 0.074 at the last extract. The Na alkalinity has a still greater curvature; starting from 0.030, it reaches its maximum at 0.157 and finally falls to 0.018. Its maximum is 13 times higher, as compared to alkalinity of a natural soil.

The curve of the pH has a distinctly manifested convex character too, however being relatively, of a small amplitude, namely: 7.25—7.82—7.61.

It is to be noted, by the wav, that in the course of all our tests we have never obtained a reaction on phenolphtalein and pH higher than 8.0, which may be explained by the application of ordinary water, containing carbon dioxide.

The dispersity curve begins with a very high figure — 0.1094, and reaches, at its maximum, 0.1725. This quantity is 32 times as much as its corresponding exponent for a natural soil. However, at the 6th extract, dispersity falls to the insignificant quantity of 0.0038, corresponding to the same of a natural soil. This fact is extremely characteristic and important practically.

Other elements plotted on the chart present in fact the same picture, only somewhat paler. Thus, the organic matter qualitatively (to judge by the colouring of the extracts) and quantitatively definitely shows its heightened solubility; yet, absolute figures cannot be as yet nearer analysed, in so far, as the method itself of obtaining them by means of oxidation with permanganate, is, as it is well known, sufficiently precarious.

Curves of the removal of sesquioxides and of the silicic acid ought to be very important, as showing the decomposition of the soil absorbing complex itself.

We regret to say, however, they have been obtained rather pale, which we are disposed to explain by some defects of the method. Thus, we were obliged to take for silicic acid, evidently, too small doses of extract, which increased the errors of the definition. Nevertheless, the general character of its curve was sustained in the majority of cases. Sesquioxides were not detected in our filtrates. Yet, just as their presence is often stated in ordinary water extracts of the Turkestan salinized soils — the absence of such in the given case may be explained by the impeding action of the Berkfeld filtre. We are hoping to specially study this peculiar problem in the nearest future.

Consequently, we state, summing up all the above said, that, when taken at the extreme condition, at a full saturation of soil with sodium, the solonetsosity of the serozem is manifested at a certain phase at the washing, namely, at the 3rd and 4th extracts, quite evidently, in the form

of a sharp rise of the general alkalinity, of the pH, of the dispersity, of the solubility of the organic matter and the silicic acid.

Further on, at the next phase of washing, all curves as noted above, go down, and reach levels still lower, than those initial towards the end of the test. Naturally, this process is to be connected with the replacing of the absorbed Na by Ca.

As our soil does not contain any calcium salts except those carbonate, it is evident that the replacing is produced just at its expense. This fact is to be valued, as one showing an entirely sufficient activity of natural soil carbonates which, in its turn, is of an exclusive importance practically, saving us the trouble of introducing calcium from outside, as gypsum, for instance at a certain duration of washings of any solonchak. This is, perhaps, the clue to the phenomenon, that no solonets are to be met amidst the ancient cultivated soils of Turkestan, though many of them have undoubtedly originated from a solonchak. Time connected with prolonged washing at the irrigation of cultures, has proved to be the determinant factor having returned calcium to the absorbing, complex at the expense of the soil carbonate.

We may derive thereof the supposition, that it might be possible even now to state the presence of solonetsous varieties of soils in regions of a shorter or occasional ancient culture or in those of a recent solonchak formation. From that point of view the supposition might be probable, that the strong development of solonetsous serozems in the Transcaucasus is due to their being young generally, and partially to the short period of the irrigatory culture of this zone.

Let us proceed now to the examination of curves, obtained at the salinization with 27,4% of sodium chloride and different doses of gypsum. Therewith we take the liberty to stop but at alkalinity and dispersity, presuming that the rest is obvious from charts (see Figures and Tables 5, 6, 7, 8).

It is to be reminded that the doses of gypsum have been taken in such a way, that the one maximum should fully saturate the given concentration of the sodium chloride, i. e., that the ratio between an ion of calcium and that of sodium should be the ultimate. The next doses were first a half and then — a quarter of the one given; gypsum was absent in the control test.

We see, at the comparison of the curves of sodium alkalinity and dispersity in the control test, with the same of a soil saturated with sodium, that they are quite analogous as to their general character, but the absolute level of the former is lower, i. e., a complete saturation with sodium of the complex has not been reached.

Both curves go down rapidly, together with the addition of gypsum, and that of alkalinity gets almost flat at its maximal dose. These comparative ratio are shown in Fig. 9 and 10, in which we distinctly see

the curve of the soil saturated with sodium and then those with decreased doses of gypsum embracing the curves following them.

Yet, if we examine the absolute figures of a soil with a maximum dose of gypsum, and compare them to those of a natural soil, we see that in the given case too, alkalinity and dispersity of the former are considerably higher than those of the latter, getting equal but at the 5th extract. Thus, we have to conclude, that a dose of gypsum even saturating the soil solution in its given concentration, proves to be insufficient for fully preventing the intrusion of sodium into the absorbing complex, although it decreases decidedly its absolute quantity.

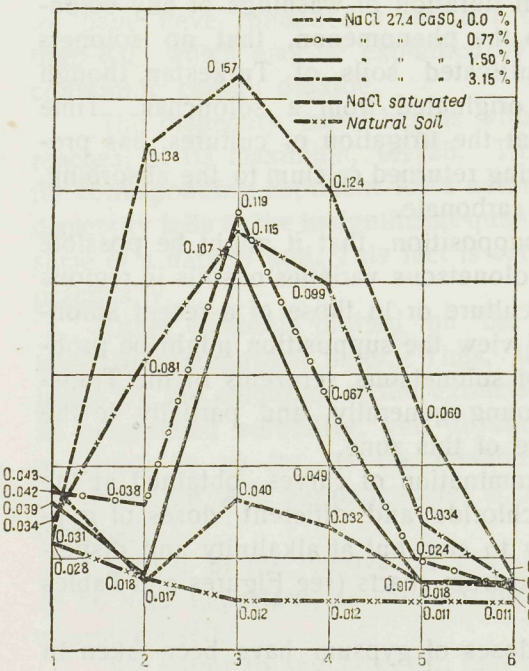


Fig. 9. Curves of alkalinity on (Na) HCO_3 at salinization of the NaCl and different quantities of gypsum.

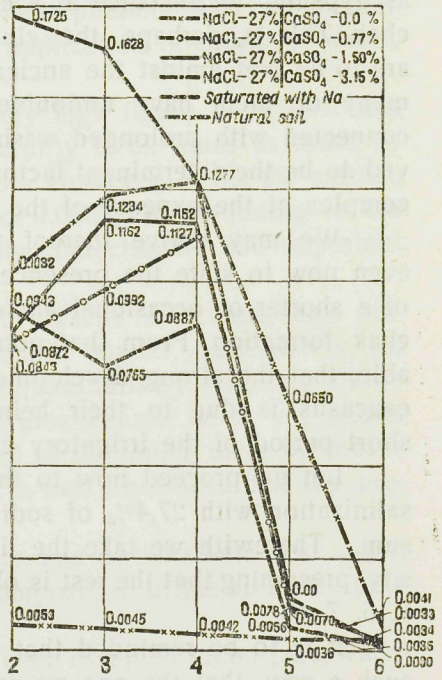


Fig. 10. Dispersion of soil at different degrees of salinization: Na Cl and $CaSO_4$.

We attach a certain practical importance to the correlations cited, in the sense that they give the first approximate scale for an objective valuation of certain analytical data generally. It often happens that investigators, having stated, by these or other means, the presence of gypsum in soil, suggest that a solonetsous process under given conditions should be excluded, without analysing the mutual correlation of the quantities of different salts. But the data cited above show that just the latter is the determinant, and that taking into account, though approxi-

SUMMARY TABLES 5, 6, 7, 8

The removal of salts by means of successive water extracts and the dispersity of the horizon of 0—10 cm of the Slavianski farms serozem at different degree of salinization with sodium chloride and gypsum

Tables and salinization	Extracts	pH	Alkalinity			Silicic acid	Organic acid	Dispersity
			total	$HCO_3(Ca)$	$HCO_3(Na)$			
Table 5 Gypsum 0.0%	1	7.10	0.133	0.099	0.034	0.0093	—	—
	2	7.29	0.148	0.067	0.081	0.0088	0.0240	0.1032
	3	7.91	0.143	0.028	0.115	0.0167	0.0237	0.1234
	4	7.93	0.120	0.021	0.099	0.0076	0.0053	0.1277
	5	7.07	0.124	0.090	0.034	0.0058	0.0044	0.0650
	6	6.91	0.106	0.0895	0.0165	0.0032	0.0016	0.0041
Table 6 Gypsum 0.77%	1	7.29	0.131	0.089	0.042	0.0102	—	—
	2	7.76	0.144	0.106	0.036	0.0080	0.0140	0.0843
	3	7.98	0.147	0.028	0.119	0.0178	0.0158	0.0992
	4	7.92	0.120	0.053	0.067	0.0066	0.0090	0.1127
	5	6.78	0.151	0.128	0.023	0.0050	0.0055	0.0078
	6	6.73	0.081	0.081	0.015	0.0036	0.0017	0.0034
Table 7 27,4% Gypsum 1.50%	1	7.35	0.102	0.063	0.039	0.0177	—	—
	2	7.78	0.124	0.106	0.018	0.0119	0.0127	0.0872
	3	7.99	0.124	0.017	0.107	0.0173	0.0136	0.1162
	4	7.96	0.108	0.059	0.049	0.0087	0.058	0.1152
	5	6.78	0.131	0.114	0.017	0.0076	0.0063	0.0070
	6	6.98	0.096	0.078	0.017	0.0043	0.0014	0.0034
Table 8 27.4% Gypsum 3.15%	1	7.40	0.086	0.043	0.043	0.0444	—	—
	2	7.70	0.092	0.075	0.017	0.0131	0.0097	0.0943
	3	7.99	0.086	0.046	0.040	0.0210	0.0063	0.0765
	4	7.94	0.102	0.070	0.032	0.0085	0.0058	0.0887
	5	6.67	0.149	0.131	0.018	0.0067	0.0054	0.0056
	6	6.78	0.100	0.083	0.017	0.0041	0.0021	0.0030

mately, the solubility of gypsum in salts of the given composition, one may foresee tentatively to what degree the development of a solonetsous process is actually possible or is to be excluded. The estimation of the water extract analysis and of the determinations of gypsum, becomes, thus more efficacious and allows to obtain greater practical results.

The data obtained give rise to certain practical deductions about the number of the washings of the solonchaks.

Thus, in cases when a development of the solonetsous process is not to be expected we have to wash the soil, until we reach a certain admissible content of salts in it. The control itself may, to a certain degree, be here effectuated through analysis of drainage waters.

In cases when the development of a solonetsous process may be foreseen, and in particular when a rise in alkalinity is observed, the question of the number of washings becomes more complicated and may end in three different essential phases, namely:

1. Washing may be stopped at some early stage (small norm), when alkalinity has not yet risen very high. Naturally, there must remain a certain quantity of water soluble salts. Soil, in such a condition, considered statically may be found fit for agricultural utilization. Yet, dynamically this may be somewhat wrong. At the migration of salts, connected with irrigation, moments may always happen of either a dangerous concentration of salts, or, to the contrary, of a decrease of this concentration and dangerous high alkalinity. Farming, thus, finds itself under condftions of a manifestly unsteady equilibrium.

2. Washing may be stopped at the moment of a more or less full removal of simple salts. This moment was usually that of control, at former experimental works with drainage. It is evident, that, under such conditions, we may have the maximum of alkalinity, the amount of which may be higher, than one admissible for the development of cultural plants and, besides, the maximum of dispersity, which may create physical conditions entirely unsuitable for plants. This moment of bringing washings to an end is, consequently, the most unfavourable, and we think that it may explain certain unsuccessful tests of washings of the solonchaks in the Golodnaia Steppe.

3. Finally, in the third case, we can carry out washing still further and, as shown by our experiments, reduce soil to its normal state at the expense of replacing the absorbed sodium by calcium carbonate. Evidently, that is the best case for radical melioration. As far as it may be done without accessory measures and expense of gypsum, so it must be, evidently, applied, as far as possible, in all cases. Yet, it should be taken into consideration that in the given case the control of washing cannot be realized by means of analysis of drainage waters, and is possible but by way of a direct control of the alkalinity of soils.

Such are the practical deductions, which may be derived, from our point of view, from the cited data.

III Series. Tests of this series were carried out with the same soil, according to the same scheme, as that of the second series, but with the sodium chloride being replaced by sodium sulphate and the quantity of the sodium content being equivalent to that of the former.

Two essential problems were of great interest at the carrying out of these tests:

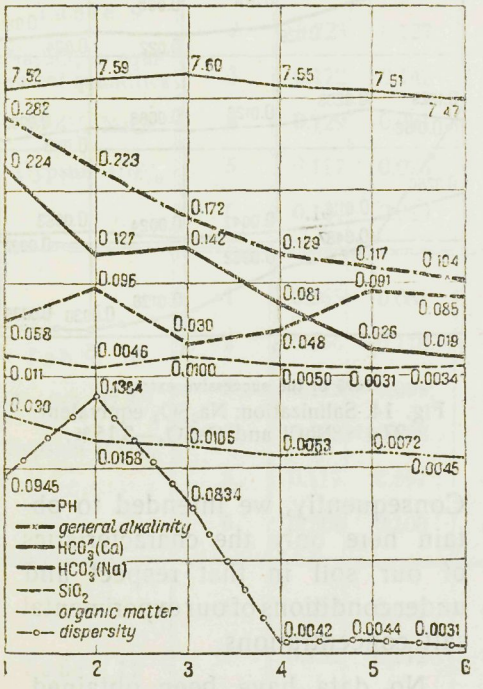


Fig. 11. Salinization: Na_2SO_4 equivalent 27.4% NaCl and $CaSO_4$—9.0%.

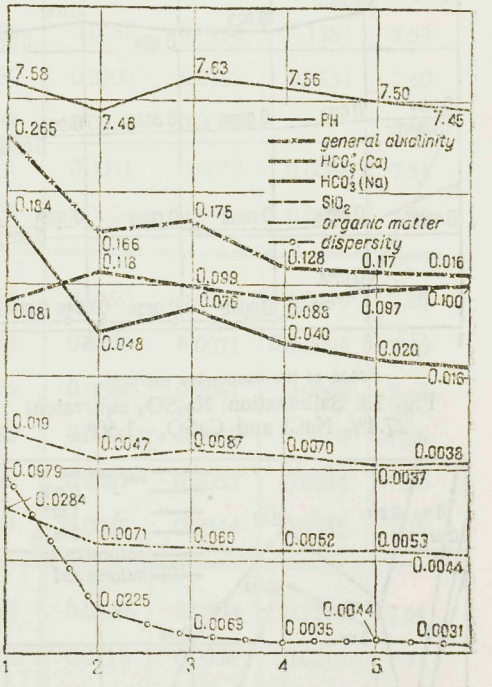


Fig. 12. Salinization: Na_2SO_4 equivalent 27.4% NaCl and $CaSO_4$—0.77%.

1. How does sodium sulphate behave comparatively to sodium chloride, and

2. How dose the effectivity of the same doses of gypsum change at the presence of the same concentrations of sodium but in the presence too of an anion of the sulphuric acid, i. e. the same as in gypsum.

We have already certain data concerning the first question, relatively to chernozem (see the work of Gedroiz cited above). They have shown that both of the salts do not essentially differ one from another in relation to their replacing capacity, the only difference being that the sodium sulphate gives a small additional quantity (0.97% HCO_3 under conditions of test) of soda (Hilgard reaction) in the presence of calcium carbonate.

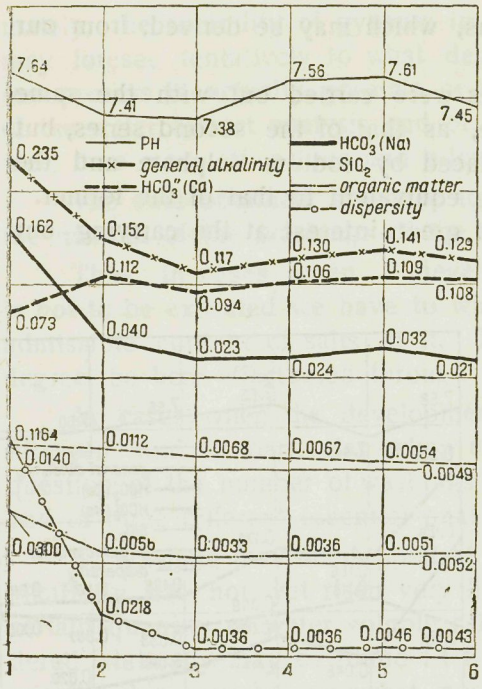


Fig. 13. Salinization: Na_2SO_4 equivalent 27.4% NaCl and $CaSO_4$—1.50%.

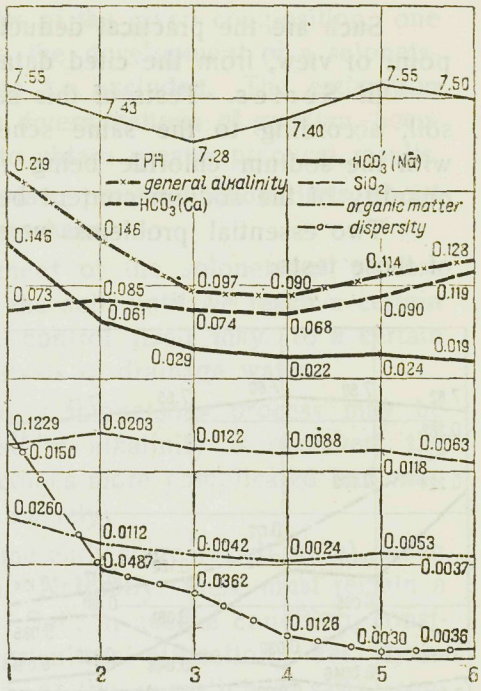


Fig. 14. Salinization: Na_2SO_4 equivalent 27.4% NaCl and $CaSO_4$—3.15%.

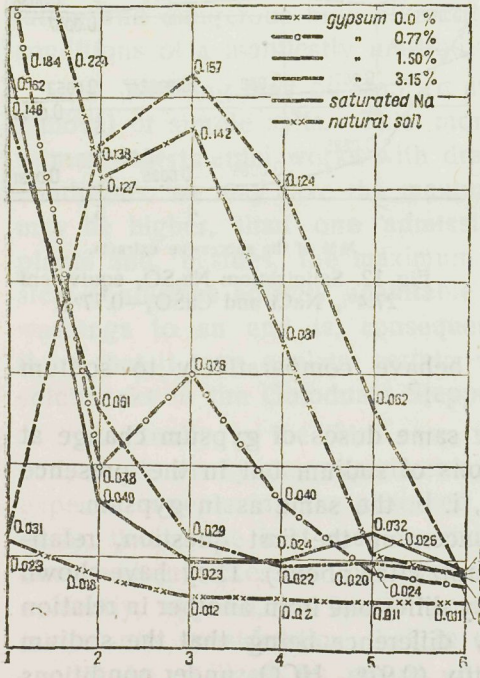


Fig. 15. Curves of alkalinity after (Na) HCO_3 at different grades of salinization: Na_2SO_4 and $CaSO_4$.

Consequently, we intended to obtain here only the characteristics of our soil in that respect and under conditions of our experimental salt concentrations.

No data have been obtained, as far as we know, concerning the second question.

Results of the test obtained are shown in the following tables 9 10, 11 and 12, and charts 11, 12, 13, 14.

Summary tables 9, 10, 11 and 12 of the removal of salts by successive water extracts and the dispersity of the horizon of 0—10 cm of the serozem of the Slavianski farms at different degrees of salinisation with sodium sulphate and gypsum:

SUMMARY TABLES 9, 10, 11, 12

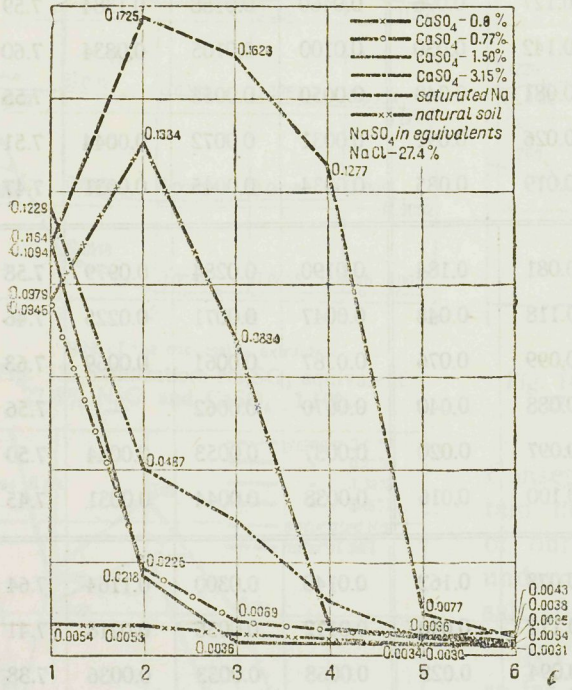
Na_2SO_4 and gypsum

Tables and salinization	Extracts	Alkalinity			Silicic acid	Organic matter	Dispersity	pH
		total	$HCO_3(Ca)$	$HCO_3(Na)$				
Table 9	1	0.282	0.224	0.058	0.0110	0.0300	0.0945	7,52
Na_2SO_4 in equivalent quantities	2	0.223	0.127	0.096	0.0460	0.0158	0.1384	7.59
27.4% NaCl	3	0.172	0.142	0.030	0.0100	0.0105	0.0834	7.60
Gypsum 0.0%	4	0.129	0.081	0.048	0.0050	0.0053	—	7.55
	5	0.117	0.026	0.091	0.0031	0.0072	0.0044	7.51
	6	0.104	0.019	0.085	0.0034	0.0045	0.0031	7.47
Table 10	1	0.265	0.081	0.184	0.0190	0.0284	0.0979	7.58
Na_2SO_4 27.4%	2	0.166	0.118	0.048	0.0047	0.0071	0.0225	7.46
Gypsum 0.77%	3	0.175	0,099	0.076	0.0087	0.0061	0.0069	7.63
	4	0.128	0.088	0,040	0.0070	0.0062	—	7.56
	5	0.117	0.097	0.020	0.0037	0.0053	0.0044	7.50
	6	0.116	0.100	0,016	0.0038	0.0044	0.0031	7.45
Table 11	1	0.235	0.073	0.162	0.0140	0.0300	0.1164	7.64
Na_2SO_4 27.4%	2	0.152	0,112	0.040	0.0112	0.0056	0.0218	7.41
Gypsum 1.50%	3	0.117	0.094	0.023	0.0068	0.0033	0.0036	7.38
	4	0.130	0.106	0.024	0.0067	0.0036	—	7.56
	5	0.141	0.109	0.032	0.0054	0.0051	0.0046	7.61
	6	0.129	0.108	0.021	0.0049	0.0052	0.0043	7.45
Table 12	1	0.219	0.073	0.146	0.0150	0.0260	0.1229	7.55
Na_2SO_4 27.4%	2	0.146	0.085	0.061	0.0203	0.0112	0.0487	7.43
Gypsum 3.15%	3	0.097	0.074	0.029	0.0122	0.0042	0.0362	7.28
	4	0.090	0.068	0.022	0.0088	0.0024	—	7.40
	5	0.114	0.090	0.024	0.0118	0.0053	0.0030	7.55
	6	0.128	0.119	0.019	0.0063	0.0037	0.0036	7.50

We will examine these figures from the standpoint of the two problems mentioned above.

The significance of the sodium sulphate has been made apparent by a test without addition of gypsum (Table 9 and Fig. 11 and 17).

The alkalinity curve here obtained, if we begin examining it from the 2nd extract, is very much alike to that analogous of sodium chloride in its character, as well as, in absolute height. A substantial difference is to be stated but at the first extract, in the sense, that here alkalinity gives a sharp maximum, exceeding considerably, in its absolute height, the maximum of the 3rd extract. This phenomenon may be stated with the same preciseness—in all the other tests with doses of gypsum, and only absolute quantities are here lower, respectively to increasing doses of gypsum (see Fig. 15).



№№ of the successive extracts.

Fig. 16. Dispersity of soil at different grades of salinization: Na_2SO_4 and $CaSO_4$.

The essence of the registered phenomenon is manifest: soda is being here formed, after Hilgard, at the expense of the exchange reaction between calcium carbonate and sodium sulphate.

Thus, it proves to be that the character, in its whole of the sodium sulphate action on our soil is just the same, as it is on the chernozem in the Gedroiz tests. The difference of our data consists but in another quantitative correlation of the quantities of alkalinity, rising at the expense of the absorbed sodium and the Hilgard reaction. It is absorbed sodium that strongly predominates in the chernozems of Gedroiz, whilst alkalinity (after Hilgard) did not give more than 1/10 of its whole; with us, to the contrary, it is alkalinity after Hilgard, that predominates during the first stage of washing, surpassing by $1^1/_2$ times the maximum of alkalinity, formed at the expense of the absorbed sodium. The reason of this difference seems obvious to us: firstly, the exchange capacity of our soil is considerably lower, than that of the chernozem; secondly, the concentration of sodium sulphate at our test, was considerably higher.

Estimating thus our data practically, we have to acknowledge that the way of the soda formation after Hilgard may be of a substantial importance under conditions of the Turkestan soil; it requires but a conforming concentration of the sodium sulphate. Yet, these concentrations under natural conditions are determined, not only by an absolute quantity of sodium sulphate, but also by the degree of moisture in soil: at the drying of the latter, relatively small doses of salt give a high concen-

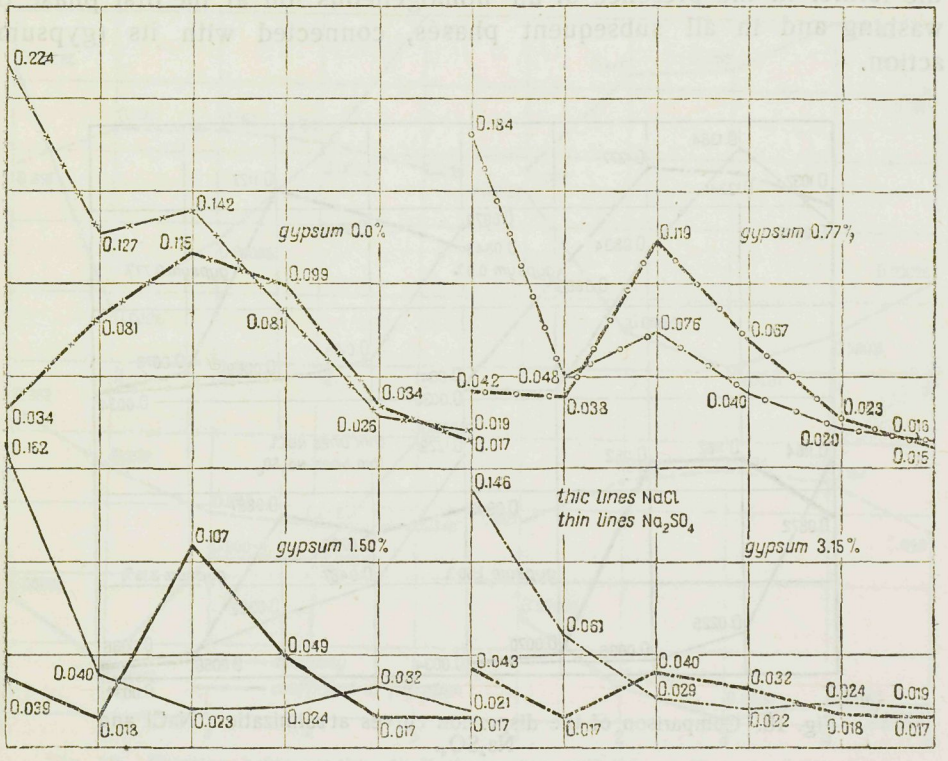


Fig. 17. Comparison of the alkalinity (Na) HCO_3 curves at salinization: NaCl and Na_2SO_4.

tration and, consequently, produce soda. In that, the cause may be, probably, found in the presence of normal soda, (reaction for Phenolphtalein) often observed at the surface of solonchaks in periods of dry weather and their disappearance at moistening.

The dispersity curve of the present test, without any addition of gypsum, is also perfectly analogous to that obtained at the salinization with sodium chloride, which may be seen in Fig. 11 and 18.

Let us proceed now to examine the effect of sodium sulphate, gypsum being present (Fig. 12, 13 and 14). The action of the latter is manifested very distinctly and much more so, than with sodium chloride. Thus a minimal dose of gypsum (0.77%) rapidly lowers the cul-

minating point of alkalinity and dispersity, whilst a dose of 1.5% fully liquidates it. The correlations of alkalinity and dispersity at different doses of gypsum are clearly seen in the summary Fig. 15 and 16, and the ratio of these curves to those respective of the sodium chloride — in charts 17 and 18, which allows us not to stop at a detailed description of these curves.

The general increased effectivity of gypsum with sodium sulphate may be, evidently, explained by a strong decrease of the solubility of the former in the presence of an homogeneous ion at the first phase of washing and in all subsequent phases, connected with its (gypsum) action.

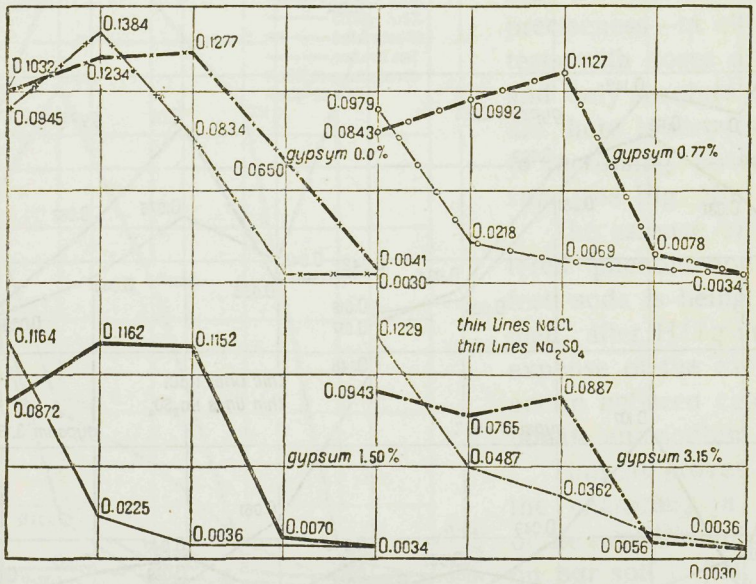


Fig. 18. Comparison of the dispersion curves at salinization: NaCl and Na_2SO_4.

We may draw from the data here cited, some new material for a general estimation of the significance of soil salinization with sodium sulphate. Estimating salinization from a plant-culture standpoint we considered, up to now, sodium sulphate to be less detrimental than sodium chloride; yet, from the standpoint of their immediate influence upon soil we had to consider them to be equally valuable. We have now the possibility to somewhat widen and make preciser this comparative valuation, namely:

1. From a plant culture point of view and under conditions of carbonate soils, we cannot, evidently, estimate the sodium sulphate only according to its injuriousness, but have to consider the simultaneous formation of soda, after Hilgard; it is to be expected that, in certain

cases, the sodium sulphate may prove to be still more detrimental than sodium chloride.

2. From the standpoint of soil, the effect of both sodium sulphate and chloride can never be of equal value: the sodium sulphate is to be considered, under conditions of soils without gypsum, as one still more detrimental as it gives alkalinity, not only after Gedroiz, but after Hilgard too; by the way, the latter always determines a raised solu-

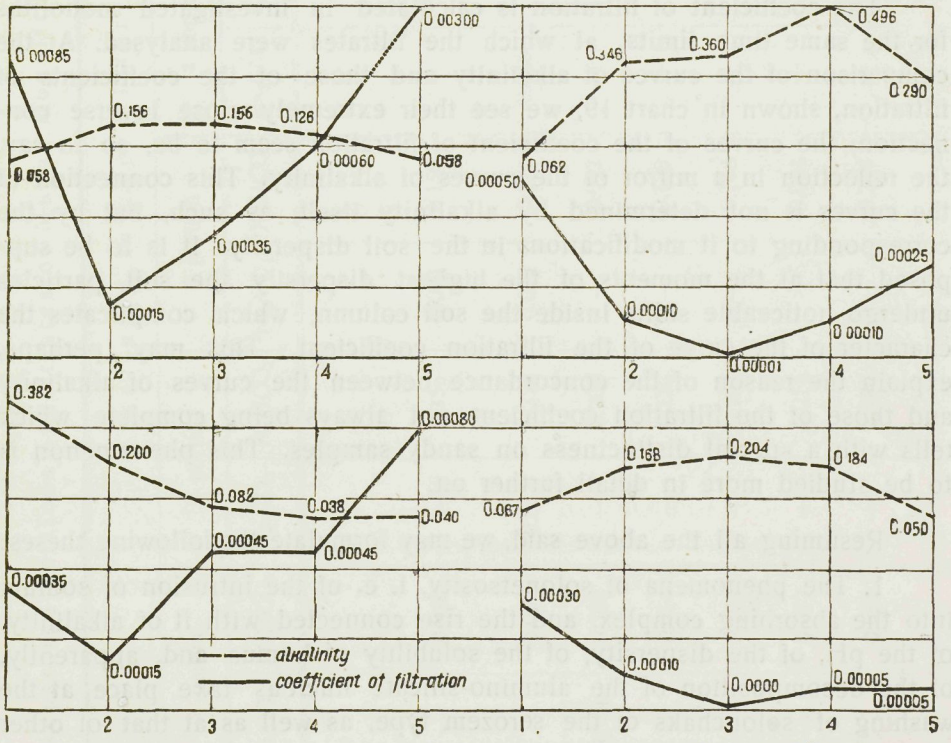


Fig. 19. Relation between the alkalinity curves and the coefficient of filtration.

bility of humus in sulphate solonchaks, comparatively to those chloride. Under conditions of gypsiferous soils, to the contrary, a sulphate salinization is far less injurious, than that chloride, as it gives, at washing, a very small development of solonetsous processes.

The correlations here cited do not seem to lack in interest practically and deserve, therefore, to be studied under each local condition.

Series IV. Tests with the Mugansk soils have been carried out, as mentioned above, by the method of filtration through monoliths having an undisturbed structure and at their natural salinization. The section area of a monolith is 15 × 15 cm, heights are shown in Table 13 (see p. 51). Successive portions of filtrates, of about 1 litre each, were analysed and gave figures shown in the same Table.

This Table, on the whole, gives a picture of an exclusive brightness of the development of solonetsosity (expressed by alkalinity) at certain phases of the leaching out, and its further extinction at the expense of the calcium carbonates of soil.

Our attention is drawn by the fact, for instance, that the curve of alkalinity in the monolith № 2 is very high, in spite of the degree of initial salinization being rather small. This horizon, evidently, is greatly saturated with sodium.

The coefficient of filtration is calculated in investigated monoliths for the same time limits, at which the filtrates were analysed, At the comparison of the curves of alkalinity and those of the coefficients of filtration, shown in chart 19, we see their extremely close inverse connection; the curves of the coefficient of filtration seem to be, so to say, the reflection in a mirror of the curves of alkalinity. This connection of the curves is not determined by alkalinity itself, as such, but by the corresponding to it modifications in the soil dispersity. It is to be supposed that at the moments of the highest dispersity the soil particles undergo noticeable shifts inside the soil column, which complicates the character of the curve of the filtration coefficient. This may, perhaps, explain the reason of the concordance between the curves of alkalinity and those of the filtration coefficient not always being complete, which tells with a special distinctness on sandy samples. This phenomenon is to be studied more in detail further on.

Resuming all the above said, we may formulate the following theses:

1. The phenomena of solonetsosity, i. e. of the intrusion of sodium into the absorbing complex, and the rise connected with it of alkalinity, of the pH, of the dispersity, of the solubility of humus and, apparently, of the decomposition of the alumino-silicate nucleus take place at the washing of solonchaks of the serozem type, as well as at that of other types. However, strong development of these processes is stated but at considerable degrees of salinization, the increase of alkalinity being considerably lower, than in a chernozem soil even at full saturation with sodium. This may be explained by an insignificant general (cations) exchange capacity of the serozem, measured by the quantity of about 10 milliequivalents.

2. In the subsequent phases of the solonchak washings solonetsosity is removed by means of the replacing of the absorbed sodium by calcium of the soil carbonates.

Thus, carbonates of alkaline earths prove to be sufficiently active in the given soils, which makes it possible to avoid an artificial introduction of the calcium ion into the soil, in the form for instance, of gypsum.

3. These favourable conditions of local soils allow to carry out washings in the field with maximal norms of water up to a full removal

TABLE 13

Analyses of separated portions of filtrates of Mugan monoliths

№№	Depth and thickness of the monolith	Compact residue of the first portion of filtrate in g pro 1 liter	Alkalinity in g. pro liter									
			1 portion		2 portion		3 portion		4 portion		5 portion	
			Na_2CO_3	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	Na_2CO_3	$NaHCO_3$
1	Buried humus 113–142 . .	11.258	—	0.058	—	0.156	0.004	0.150	—	0.126	—	0.058
2	Clayey 100—118	5.465	—	0.062	0.012	0.328	0.024	0.324	0.048	0.424	—	0.286
3	Sandy 80—102	0.4970	0.054	0.382	—	0.200	—	0.072	—	0.038	—	0,440
4	Clayey 63—80	2.777	—	0.014	—	0.136	—	0.120	—	0.110	—	0.660
5	Sandy 80—100	9.345	—	0.102	—	0.104	—	0.163	—	0.132	—	0.084
6	Clayey 20—48	17.840	—	0.072	—	0.214	—	0.094	—	0.154	—	0.060
7	Clayey 33—63	22.696	—	0.067	—	0.168	—	0.204	—	0.184	—	0.050

of salts and of the absorbed sodium, which returns the soil to normal conditions of the soil formation of a serozem type. Just to the contrary, an economy whatsoever in washings threatens either with an unfavourable raised alkalinity and dispersity of soil, or with critical concentrations of watersoluble salts, which may easily arise at the usual phenomena of the salts migration along separate horizons of soil.

4. The presence of gypsum in the composition of salts always diminishes the degree of the development of the solonetsosity phenomena.

Yet, a substantial reduction is reached, at the salinization with sodium chloride, but under the condition, that the amount of gypsum should not be less than that needed for a full saturation of the given concentration of the sodium chloride solution. This circumstance makes it possible to estimate objectively the ordinary analytical characteristics of solonchaks, from the standpoint of the conditions of washings.

5. The action of the sodium sulphate does not differ much from that of sodium chloride, in relation to energy and to the amount of the sodium intrusion into the absorbing complex. Yet, the summary influence of sodium sulphate on our soil is essentially different from that of sodium chloride, there being present in the first case, besides the Gedroiz reaction, that of Hilgard too, in a high degree, which gives strong alkalinity during the first phase of washings.

6. Doses of gypsum applied at the salinization with sodium sulphate are of an essentially different value from that they have when applied to salinisation with sodium chloride, namely: in the first case even small doses of gypsum decidedly repress the phenomena of solonetsosity, which should be attributed to the reduction of the solubility of gypsum at the first stage of washings, due to the presence of the ion of the sulphuric acid in the solution.

7. The data obtained allow us to define more accurately the character of the injuriousness of the salinization of local soils with sodium sulphate in the following lines:

a) from the point of view of plant-cultivation the sodium suiphate is generally estimated as being a salt less detrimental, than sodium chloride. Yet the order of injuriousness may be quite reverse under certain local conditions, due to the sharpness of the manifestation of the soda formation after Hilgard:

b) from the standpoint of soil the injuriousness of the sodium sulphate and that of sodium chloride can never be equal: in case of the gypsum being absent, the sodium sulphate is to be considered as one more detrimental, due to its giving alkalinity according to Gedroiz, as well as to Hilgard. To the contrary, gypsum being present, sodium sulphate is uncomparably less detrimental, as, in that case, insignificant doses of gypsum are sufficient for removing the phenomena of solonetsosity.

8. The samples tested of the alluvial serozems of the Mugan have shown high degrees of solonetsosity when being washed without artificial salinisation. This is a proof of their being considerably saturated with exchangeable sodium even so in natural conditions.

9. A considerable number of salinized lands being utilised the agricultural purposes it should be much to be desired to submit the correlations mentioned in the exposed work, to a detailed regional elaboration.

10. The comparison of the curves of alkalinity in successive portions of the filtrate with the coefficient of filtration at the same moments of time show them to be closely dependent one upon the other.

II

Solonetsous soils possess two essential features, determining their agricultural and meliorative character, namely: the presence of a solonetsous illuvial horizon *B*, at the depth of from 2 to 15 cm and a proximate salt horizon, often at the depth of 20—40 cm, Conformingly to it we are always threatened, at irrigation of the „solonets", with salinization of the soil surface at the expense of the underlying salt supplies on the one hand, and, on the other — with the manifestation of unfavourable, unsuitable for plants, properties of the solonetsous horizon *B*. Consequently we are interested, first of all, at irrigation, by these two features, — dynamics of the salt supplies and alterations in the solonetsous horizon.

A secondary salinization of solonetsous soils at irrigation, is apparently, broadly developed, but unfortunately only few cases have been studied. The following may be cited: in 1926 we studied analytically a case of salinization of solonetsous soils of the Valuisk Experimental Station (on the Volga). Salinization here comes up to a considerable degree (up to 2,3% of salts) and embraces great areas. Investigations of the influence of this salinization for the absorbed complex have shown a considerable replacing of the absorbed Ca by Na, i. e., a great increase of the soil solonetsosity. Thus, the per cent of the absorbed Na of the general absorption capacity was equal to 5—6%, whereas, after salinzation it rose up to 20—22%. The acuteness of this phenomenon may be determined by that the surface horizons of local chestnut soils are carbonateless, in consequence of which the buffering power of calcium is here absent.

The process itself of salinization takes its course here with the participation of ground waters, raised by irrigation up to 1—1.5 m.

In other cases phenomena of salinization have been stated without the immediate assistance of ground water. Thus, the Ural Experimental Station remarked after each irrigation a notable concentration of chlorine and of sulphuric acid at the soil surface, yet ground waters being at

a very great depth. These observations have been, as yet, of a very short duration, and the phenomenon has not been thoroughly studied.

However, a secondary salinization of the solonets at irrigation is not a general phenomenon; cases of its washing have been observed too. The effect of these washings will depend to a considerable degree, from these soils being carbonate or carbonateless and from the phase of the development of the process going on. V. V. Akimtzev observed the effect of the evolution of carbonate solonetsous chestnut soils in the Gandja region (Transcaucasus). Their profile proved to be, after a prolonged irrigation, as though washed off, solonetsosity being — morphologically smoothed to a considerable degree. Such a result is, evidently, determined by the action of the calcium carbonate, which had gradually replaced the absorbed natrium and transformed the soil. An analogous process is seemingly going on in the „Karaiasi" (in the same region), yet the dynamics of the absorbing complex itself have not been more narrowly studied. The Ural Experimental Station notes too, for certain varieties of its solonetsous soils, a visible leaching out of watersoluble salts; these soils are also carbonate, but the process is yet at the first stage of its development, which gives occasion to speak about the soil degradation.

Observations refer to a non-irrigated, as well as to that irrigated (during two years), chestnut, solonetsous soil. The analyses of the composition of absorbed bases, and the determination of the general cations exchange capacity of these two plots gave the following results:

TABLE 14

Plot	Horizons	Cations exchange capacity in milli-equiv.	Composition of absorbed bases, in per cent to capacity		
			Ca	Mg	Na
Non-irrigated fallow	*A* 0—10	41.05	83.95	8.86	7.19
	B 23—28	37.25	79.15	15.90	4.95
	BC 60—70	33.15	56.55	28.07	15.38
Irrigated fallow	*A* 0—10	36.35	84.56	6.56	8.88
	B 20—28	36.05	71.17	19.80	9.03
	BC 60—70	27.37	37.94	36.00	26.06

Figures show a notable decrease in the general exchange capacity of soil, which may be ascribed to the disintegration of the absorbing complex connected with natrium, and on the other hand, a concentration in soil of natrium and magnesium.

There may be observed. connected with it. and when irrigation has ceased, a reduced amount of calcium in the soil solution, a raised alkalinity, suppressed nitrification and a reduced yielding capacity.

V. P. Kozlov noted a very curious case of a solonets being found amidst strongly carbonate and for a long time irrigated serozems in the „Golodnaya Steppe" village Verchne-Volinsk in Middle Asia. Spots deprived of cultivated plants, but, at the same time, not salinized, were manifested amidst fields of cotton-plant.

Two profile cuts, one — under cotton-plant, the other in a barren spot, showed in the latter case, as with a smoothed profile of a solonets. Analyses of the water extract and of the absorbing complex gave following results:

TABLE 15

№ of profile	Depth in cm	Water extract				Cl and SO_4	Exchange capacity of Na in %	Na absorbed in %%	The abs. Na in % to total capacity
		Solid residue	Alkalinity						
			Total alk. in HCO_3'	Alk. of carbonates in CO_3''	Alk. of bicarbonates in HCO_3'				
251 normal cotton-plant	0—10	0.070	0.038	none	0.023	none	0.313	0.009	2.84
	40—45	0.090	0.036	none	0.015	none	0.277	0.002	0.62
252 barren spot	0—10	0.082	0.038	none	0.022	none	0.306	0.010	3.23
	40—45	0.146	0.111	0.005	0.093	none	0.255	0.110	43.11

Figures show soil № 252 to be, in fact, not salinized and at the same time, very rich with absorbed Na in a layer of 40—45 cm. At the comparison of the cations exchange capacity in profiles № 251 and № 252, we see that, in spite of a great soil carbonacity, a certain decrease of it i. e. soil degradation, is remarked, nevertheless, in profile № 252.

We have attempted to observe the evolution of solonetsous, chestnut soils affected by a prolonged irrigation, at the Tingutinsk Experimental Station (right bank of the Volga, the Ergeny slopes). The method consists in comparative analysis of profiles of non-irrigated soils, as well as of those irrigated.

For characterizing the natural complex of the arid steppe soils, we will produce the analysis of the profiles № 13, 14 and 15, situated at a distance of some meters from one another; № 15 is the most solonetsous soil of a crusty solonets type; № 13 is the least solonetsous

soil, so to say, a normal soil of the local semi-desert; whilst № 14 occupies en intermediate position, in regards to solonetsosity.

Data on the exchange capacity, of the quantities on absorbed sodium and on R_2O_3 and SiO_2, dissolved in 5% of alkali are shown in Table 16.

TABLE 16

The cations exchange capacity, absorbed sodium and R_2O_3 and SiO_2 soluble in 5% KOH

№ of profile	Horizon and depth in cm	Exchange capacity in milli-equiv.	Absorption of Na+K in milli-equiv.	% of the absorbed Na+K capacity	Dissolved in 5% of KOH in %%		Annotation
					SiO_2	R_2O_3	
13	*A* 0—6	13.13	0.628	4.78	2.88	2.20	The least solonetsous soil
	B_1 11—20	22.48	0.822	3.66	1.25	1.27	Horizon *B* shows everywhere a compact solonetsous horizon
	B_2 26—34	25.09	0.818	3.26	1.17	0.46	
14	*A* 0—8	27.61	1.612	5.84	1.66	0.37	Slightly solonetsous soil
	B_1 9—14	28.65	1.457	5.09	1.29	2.01	
	B_2 19—32	21.43	1.037	4.84	1.44	0.59	
15	*A* 0—3	10.96	0.677	6.18	1.68	0.69	Crusty solonets
	B_1 3—13	30.35	7.194	23.70	1.96	—	
	B_2 18—26	23.30	4.857	20.85	1.60	0.22	

The examination of this Table shows a perfectly regular connection existing between the degree of solonetsosity, morphologically registered, and its analytical data. It is shown with the greatest evidence by the per cent of absorbed sodium of the general exchange capacity.

An important characteristics of this series of cuts is the distribution of watersoluble salts, carbonate, calcium and gypsum salts in different profiles. These data are quoted in Table 17 below.

We may conclude, at the examination of this table, that, but for a small deviation in the readings of chlorine, there is obtained in all the rest an entirely regular series of increasing salinization, from profile № 13 to that № 15. The coefficient of filtration has been determined by S. V. Astapov for these same cuts (profiles) at a pressure of 5 cm in monoliths with the section area of 15 × 16 cm and 98 cm high. Results obtained from the moment of percolation are

TABLE 17

Watersoluble salts, CO_2 (lime) and the total SO_4 (gypsum)

№ of profiles	Depth	Na_2CO_3	Alkalinity in HCO_3			Cl	SO_4	Solid residue	Total	
			Alk. total	Combined Ca	Combined Na				CO_2	SO_4
13	0—6.5	none	0.023	0.008	0.015	none	none	0.044	0.07	Gypsum absent
	11—20	„	0.024	0.007	0.017	„	„	0.044	0.04	
	26—34	„	0.037	0.009	0.028	„	„	0.068	4.70	
	46—60	traces	0.042	0.021	0.021	0.0002	0.014	0.042	4.84	
	65—74	„	0.065	0.047	0.018	0.0007	0.012	0.096	6.66	
	90—100	none	0.055	0.038	0.017	0.010	0.044	0.118	6.82	
	113—120	„	0.049	0.034	0.015	0.010	0.045	0.146	4.58	
	400—450	traces	0.105	0.058	0.047	0.021	0.012	0.164	2.79	
14	0—8	none	0.036	0.025	0.011	traces	traces	0.074	0.13	none
	9—14	„	0.046	0.021	0.025	„	„	0.060	1.42	„
	19—32	„	0.047	0.024	0.023	„	none	0.054	6.13	„
	46—59	„	0.062	0.044	0.018	„	„	0.052	6.81	„
	66—80	„	0.063	0.049	0.014	none	0.006	0.080	5.90	0.08
	90—100	„	0.028	0.012	0.016	„	0.538	0.840	4.58	0.92
	100—110	„	0.023	0.018	0.005	traces	0.743	1.228	4.53	2.39
	from 147	„	0.036	0.008	0.028	„	0.059	0.130	4.24	0.11
15	0—3.5	„	0.040	0.013	0.027	0.0033	none	0.090	0.07	none
	3.5—13	„	0.058	0.046	0.012	0.056	traces	0.228	0.07	„
	18—26	„	0.046	0.032	0.014	0.272	0.028	0.500	2.53	„
	33—42	„	0.035	0.018	0.017	0.232	0.060	0.576	5.88	0.15
	54—64	„	0.026	0.012	0.014	0.322	0.890	1.336	6.70	0.59
	72—84	„	0.028	0.016	0.012	0.311	0.329	1.046	5.73	0.49
	90—100	„	0.019	0.015	0.004	0.284	1.077	2.166	3.93	5.49
	108—118	„	0.024	0.016	0.008	0.292	0.967	2.006	3.84	2.68
	151—161	„	0.034	0.012	0.022	0.304	0.456	1.266	5.62	0.76

shown in the following Table 18. Results obtained are of great interest. They show, that the coefficient of filtration rapidly falls, in proportion to increase in the degree of the soil solonetsosity. If we adopt the filtration for № 13 as being 100 at the initial moment, for № 14 it will be correspondingly equal to 15, as for № 15, it will be but 0.2.

These differences are peculiarly remarkable because of their not corresponding to readings of the mechanical analysis, and being rather directly contradictory to it.

TABLE 18

Coefficient of the filtration of monoliths № 13, 14 and 15

Date of observ.	№ 13. Time for water to pass through monolith—6 h.	№ 14. Time for water to pass through monolith—9 h. 15 m.	№ 15. Time for water to pass through monolith — 14 h. 30 m.		№ 15. Test continued, water being replaced by a gypsum solution	
			Date	Coef. of filtration	Date	Coef. of filtration
31/III	0.0004437	—	15/IV	0.0000010	13/V	0.0000017
1/IV	0.0004172	0.0000667	16	0.0000013	15	0.0000018
2	0.0003035	0.0000646	17	0.0000015	21	0.0000022
3	0.0002793	0.0000763	18	0.0000014	30	0.0000021
5	0.0002254	0.0000607	20	0.0000013	7/VI	0.0000030
6	0.0001901	0.0000532	21	0.0000015	16	0.0000032
7	0.0002121	—	22	0.0000016	24	0.0000034
8	0.0001811	0.0000461	23	0.0000017	27	0.0000034
9	0.0001404	0.0000408	24	0.0000017	1/VII	0.0000033
10	0.0001317	0.0000355	25	0.0000016	4	0.0000040
15	0.0001123	0.0000255	30	0.0000016	6	0.0000067
20	0.0001721	—	5/V	0.0000016	8	0.0000086
25	0.0001043	0.0000219	7	0.0000016	9	0.0000117
30	0.0000753	0.0000016	8	0.0000018	11	0.0000120
5/V	0.0000611	0.0000154	9	0.0000018	12	0.0000073
10	0.0000544	0.0000138	11	0.0000017	14	0.0000071
13	0.0000533	—	12	0.0000019	18	0.0000057

Table 19 clearly shows the profile № 15 to be rather lighter, according to its mechanical composition, than № 13 and № 14, whilst

TABLE 19

Mechanical analysis after Robinson at a treatment with HCl and H_2O_2. Rates of speed after Stockes

Depth in cm	Moisture	1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.002	0.002–0.001	0.001–0.0007	0.0007–0.0005	<0.0005	Losses at the dissolution in HCl and H_2O_2
Profile № 13 0–6.5	2.19	4.95	21.96	39.83	7.21	4.04	1.85	1.22	1.34	9.55	5.05
11–20	6.59	4.11	11.16	32.92	6.24	5.01	2.24	2.35	4.00	30.24	1.73
46–60	2.45	26.92	22.07	14.47	5.39	3.43	1.07	1.27	1.60	13.35	10.43
113–120	4.76	5.98	16.20	21.11	6.68	5.37	4.76	1.64	6.92	20.58	10.76
Profile № 14 0–8	4.79	2.02	8.74	35.23	6.14	7.04	5.49	3.30	7.96	18.94	5.14
9–14	5.18	1.30	7.00	35.51	7.58	10.31	7.31	3.00	6.09	15.08	6.82
46–59	4.69	5.48	7.52	25.25	8.38	6.55	5.91	2.12	5.06	16.49	17.24
100–110	5.33	3.14	2.42	36.83	4.83	6.63	5.83	3.99	3.44	18.58	14.31
110–147	3.78	1.94	13.46	31.14	6.39	5.23	3.64	3.09	3.36	23.47	8.28
Profile № 15 0–3.5	1.42	4.76	21.01	46.38	7.60	5.20	1.84	0.71	2.17	7.08	3.25
3.5–13	5.93	3.12	10.98	26.30	11.07	7.02	8.13	5.92	8.00	17.57	1.89
18–26	4.06	5.03	17.97	33.68	5.35	6.06	5.50	4.33	2.96	14.77	4.35
5.4–64	Analyses have not been made, as no difference was manifested at the examination of corresponding horizons of profiles № 13 and № 14.										
90–100											

its coefficient of filtration is by 500 times lower. We value it, first o all, as manifestly showing us the significance of the soil aggregation, determined by absorbed calcium (profile № 13 and № 14) and of dispersity, created by absorbed sodium (profiles № 15). One more interesting detail deserves to be mentioned from that point of view: when examining (in Table 18) the alterations of the coefficient of filtration for monoliths № 13 and № 14 in the course of time, we see that it rapidly falls from the beginning till the end of the test. Such a character of modification may be acknowledged as perfectly typical, in so far as it has been registered in scores of monoliths of different soils at our laboratory. The filtration of the monolith № 15 does not respond in any degree whatever to this rule; on the contrary, it does not decrease, but increases in the course of time. One should like to connect this phenomenon immediately with the composition of absorbed bases. Indeed, at the washing with water of a soil saturated with calcium and, consequently, at an unavoidable replacing of a certain part of Ca by the hydrogen ion, we cannot expect filtration to be increased. Just to the contrary, sodium being replaced by hydrogen the improvement of the filtration properties is quite obligatory. We have, in our case, as though a very subtle indicator of this phenomenon, namely: the non solonetsous profile № 13 decreases filtration almost by nine times at the end of the test, the solonetsous profile № 14 decreases it but by four or five times, whilst that strongly solonetsous, № 15, increases its filtration almost two-fold. To our opinion these phenomena deserve to be thoroughly studied.

Yet, we are inclined to think that filtration has to be determined not only by the dispersity of a solonetsous ground, but by a more compact disposition of mechanical elements, generally. We arrive at this deduction after a test on filtrating a gypsum solution, instead of water, through a solonetsous monolith. The way of conducting this test was as follows: a solution of gypsum was given to monolith № 15, after it had been filtered with water from 15/IV to 12/V, and filtration uninterruptedly continued with this solution up to 18/VII, i. e. for more than two months. The corresponding coefficients of filtration are given in the last column of Table 18. Figures show that filtration grows slowly, but steadily and reaches its maximum, exceeding 7 times the initial value, at the end of the second month, after which it falls again. At the comparison of the maximum obtained with the filtration of monoliths № 13 and № 14, we see that it still remains lower than both of the latter. Thus, even at the replacing of absorbed sodium by calcium, we nevertheless do not restitute fully the soil filtering capacity; evidently, there take place such shifts of elements of the mechanical composition of soils at the process of solonetsosity, which remain irreversible.

Such are the characteristics of the soil complex in the arid steppe

In order to have more material for comparison in future, we produce here the data concerning the characteristics of the absorbing complex of some more profiles. (Table 20).

TABLE 20

№ and denomination of profile	Horizon and depth in cm	Exchange capacity in milliequiv.	Absorbed Na+K in milliequiv.	% of absorb. alkal. kations to exch. capac.	Dissolved in 5% KOH	
					SiO_2	R_2O_3
№ 23. Typical soil of a semi-desert without noticeable signs of solonetsosity	*A* 0—6	21.81	0.631	2.885	2.77	0.91
	B_1 9—16	17.22	0.844	4.901	1.00	0.46
	B_2 20—28	23.52	1.269	5.395	0.72	0.57
№ 121. Strongly solonetsous soil solodized at the surface	*A* 0—7	9.22	0.833	9.034	2.39	0.41
	B_1 10—20	26.48	9.313	35.169	0.71	0.49
	B_2 50—60	15.13	5.719	37.799	0.92	0.31
№ 40. Columnar solonets, strongly solodized	A_1 0—11	9.27	0.833	8.986	2.07	0.13
	A_2 11—15	8.90	0.624	7.011	1.88	0.50
	B_1 15—24	26.60	3.535	13.289	2.0	0.36
	B_2 33—52	20.02	1.321	6.600	—	—

Attention is drawn in these profiles by a considerable decrease of the general exchange capacity in solodized horizons *A* № 121, and A_1 and A_2 № 40. The readings of SiO_2 and R_2O_3 are indeterminate. The maximum degree of the soils solonetsosity is expressed by 37% of sodium in the general exchange capacity.

For a nearer comparison of soils non-irrigated and those irrigated two pairs of profiles were specially cut at the limit of the irrigated territory, in such a way, that one of them was located on the non-irrigated area (that standard) and the other, morphologically analogous to it, — on that irrigated. The scheme of the location of these profiles is seen in Fig. 20 (see p. 62).

Ground waters upon the irrigated territory lie at the depth of about 4 meters. The visible capillary moistening expands through 100—150 cm

from the water level, so that surface soil horizons are, seemingly, not submitted to its immediate influence.

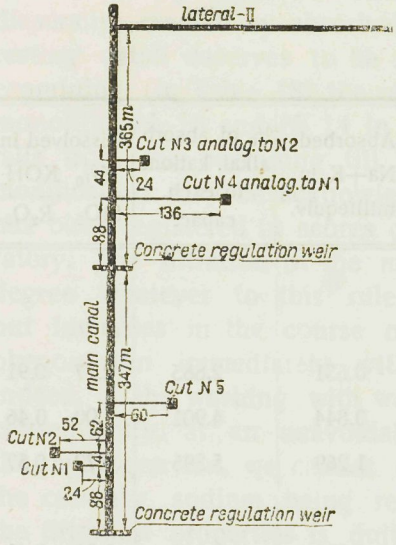


Fig. 20. Scheme of distribution of cuts on irrigated and non-irrigated land.

Each pair of the studied profiles gave different results, therefore we shall examine them separately.

Profile № 1 is 24 m distant from a canal and represents, according to its morphological features, a strongly solonetsous soil of the arid steppe. Analogical to it is profile № 4 of the irrigated field at a distance of 136 m from the canal. The of distribution of watersoluble salts and of the total sulphuric acid in these profiles is shown in Table 21.

We see at the examination of the figures of chlorine, of sulphuric acid and of the solid residue, that, in the given case, a leaching out of these salts takes place in the irrigated soil. One has but to note, that chlorine appears, nevertheless, in the uppermost horizon, which is a proof of ascending capillary currents being present. As to alkalinity it visibly increases in the irrigated profile, this rise referring

TABLE 21

Watersoluble salts

№ of profiles	Horizon	Depth in cm	Alkalinity in SO_4					Solid residue	Total SO_4 from 5% HCl
			Alkalies	Alkaline earths					
. non-irrigated	A_1	0—7	0.045	0.032	0.013	none	traces	0·099	—
	A_2	10—15	0.022	0.012	0.010	0.0049	„	0.080	—
	B_1	22—28	0.017	0.011	0.006	0.0246	0,0116	0.132	0.088
	B_2	32—39	0.011	0.008	0.003	0.0352	0,0432	0.204	0.092
	B_3	48—55	0.029	0.009	0.020	0.0472	0.1303	0.366	0.215
	C_1	70—80	0.069	0.054	0.015	0.0095	0.0411	0.174	0.087
	C_2	90—100	0.065	0.047	0.018	0.0292	0.0219	0.167	0.067
4 irrigated	A_1	0—10	0.034	0.024	0.010	0.0024	traces	0.090	—
	A_2	17—21	0.034	0.013	0.021	0.0023	„	0.097	—
	B_1	22—32	0.038	0.016	0.022	0.0019	„	0.112	—
	B_2	34—42	0.040	0.020	0.020	0.0030	„	0.068	—
	B_3	53—62	0.069	0.052	0.017	0.0079	0.0127	0.120	0.035
	B_4	75—85	0.055	0.031	0.024	0.0361	0.0446	0.206	0.078
	C	90—100	0.055	0.032	0.023	0.0529	0.0531	0.248	0.100

to sodium, as well as to alkaline-earths alkalinity. The distribution of the elements of the absorbing complex is given in Table 22.

TABLE 22

Exchange capacity, absorbed sodium and sesquioxides

№ of profiles	Horizon	Depth in cm	Exchange capacity in milliequiv.	Abs. sodium in milliequiv.	% of abs. Na of capacity	SiO_2	R_2O_3
1. non-irrigated	A_1	0—7	21.507	1.237	5.75	2.20	0.34
	A_2	10—15	18.067	1.042	5.76	2.30	0.34
	B_1	22—28	27.702	0.850	3.07	1.24	0.70
	B_2	32—39	25.167	0.466	1.85	—	—
	B_3	48—55	19.311	0.717	3.71	—	—
	C_1	70—80	16.213	2.620	16.16	—	—
	C_2	90—100	14.881	2.672	17.95	—	—
4. irrigated	A_1	0—10	17.285	0.826	4.77	2.09	0.30
	A_2	17—21	15.177	1.442	9.50	1.54	0.39
	B_1	22—32	25.028	2.370	9.47	1.41	0.73
	B_2	34—42	21.974	2.510	11.42	—	—
	B_3	53—62	20.167	2.481	12.30	—	—
	B_4	75—85	16.603	2.465	14.85	—	—
	C	90—100	16.249	2.494	14.71	—	—

These horizons, as compared one with another, show that the capacity of the irrigated soil, especially that of the four upper horizons, has apparently decreased. Contrary to this, the quantity of the absorbed sodium and, respectively to it, the per cent of sodium as to the absorbing capacity, has apparently increased. This phenomenon may be explained but by the assumption of there being considerable dynamics in the watersoluble salts of sodium, which found its expression in our case in the appearance of chloride in the uppermost soil hozizon.

Readings of the silicic acid and of the sesquioxides, are undetermined. One cannot help observing that the profiles produced represent one of the rather frequent cases, when the morphological characteristics does not agree with that analytical. This profile is referred morphologically to a strongly solonetsous soil, whereas the share of participation of absorbed

sodium in the composition of absorbed bases is expressed but by 1—5%, i. e. is of a very small value.

Further on let us examine the other pair of profiles, qualified morphologically as being slightly solonetsous, in which profile № 2 is located in an arid steppe, 52 m distant from a canal, and № 3, is from an irrigated soil and 24 m distant from the same canal.

The distribution of watersoluble salts in them is shown in Table 23.

TABLE 23

Watersoluble salts

№ of profiles	Depth in cm	Alkalinity in HCO_3			Cl	SO_4	Solid residue
		Total alk.	Alkalies	Alkailne earths			
2. non-irrigated	0—10	0.016	0.011	0.005	none	none	0.058
	10—14	0.013	0.013	none	„	„	0.050
	15—25	0.016	0.008	0.008	„	„	0.048
	25—35	0.022	0.006	0.016	„	„	0.050
	36—53	0.031	0.008	0.023	0.003	traces	0.048
	53—88	0.032	0.010	0.022	0.006	„	0.056
	88—100	0.031	0.009	0.022	0.011	0.008	0.069
3. irrigated	0—10	0.026	0.019	0.007	0.008	0.016	0.096
	10—14	0.027	0.010	0.017	0.018	0.017	0.104
	14—30	0.021	0.010	0.011	0.035	0.040	0.162
	37—48	0.033	0.005	0.028	0.100	0.145	0.444
	48—87	0.035	0.014	0.021	0.072	0.182	0.426
	87—100	0.039	0.020	0.019	0.047	0.176	0.389

The comparison of figures in this Table shows, that salinization in an irrigated soil is somewhat greater, so that a capillary rise may be admitted. Increase of alkalinity is very insignificant, and, chiefly, at the expense of alkaline-earth metals.

The determination of the exchange capacity and of the per cent of sodium gave the following results (Table 24).

We see, at the comparison of figures, the exchange capacity in an irrigated soil to be somewhat higher than in one non-irrigated. It must

TABLE 24

Exchange capacity and absorbed sodium

№ of profiles	Depth in cm	Exchange capacity in milli-equiv.	Abs. sodium in milli-equiv.	% of abs. sodium as to gen. absorb. capacity
2. non-irrigated	A_1 0—10	14.22	0.86	6.1
	A_2 10—14	15.74	0.85	5.4
	B_1 15—25	20.22	1.05	5.2
	B_2 25—35	21.95	0.79	3.6
3. irrigated	A_1 0—10	17.91	0.99	5.54
	A_2 10—14	19.04	0.80	4.22
	B_1 14—30	21.26	0.72	3.41
	B_2 31—48	16.86	0.88	5.2

be supposed to be the property of the initial soil, but not a consequence of irrigation. At any rate no disintegration of the complex has been produced by the latter. The per cent of sodium absorbed in an irrigated soil is somewhat lower, which makes it presumable that the degree of salinization registered by water extract, is insufficient for influencing the composition of absorbed bases.

The determination of the coefficient of filtration for the profiles just described was made by the above-mentioned method of monoliths. Results obtained are shown in the following Table 25.

TABLE 25

Profiles \ Date	28/III	29	30/III	1/IV	3	5	10	15	20	25	30/IV	5/V	10/V
2	0.0004656	3721	3562	3563	2084	2445	2578	2551	1868	1496	0.0000682	747	604
3	0.0001561	1689	2201	1456	1573	1305	1511	—	—	1662	1877	1408	1510

The comparison of figures shows the coefficient of filtration to be considerably smaller in an irrigated soil, than in one non-irrigated and the initial moment is measured by the ratio of 1:3. This difference cannot be explained by the difference in mechanical composition which is very much the same (Table 26). It is of interest to note that, for an

TABLE 26

Mechanical analysis of profiles № 2 and 3 after the Robinson method

№ of profiles and depth in cm	Losses at treatment	Amount of particles in soil in %% of an absolutely dry soil					Finer
		1—0.25	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01 0.005	0.005 0.001	<0.001
№ 2. 0—10 cm	3.22	0.40	34.22	27.53	5.73	8.81	20.09
10—25 cm	2.71	0.24	22.40	32.33	6.65	7.53	28.14
36—53 cm	10.92	0.18	20.69	38.91	11.48	6.05	11.77
88—100 cm	23.80	0.18	26.41	10.84	13.43	6.57	18.77
№ 3. 0—10 cm	3.91	0.41	23.22	35.91	5.12	7.96	23.47
14—30 cm	3.80	none	20.52	34.70	5.70	7.88	27.40
48—87 cm	14.49	0.03	12.02	37.41	6.99	11.59	17.47
87—100 cm	11.01	0.06	12.18	42.78	8.09	4.93	20.95

TABLE 27

Watersoluble salts, gypsum and carbonates of the irrigated profiles № 29 and 59

№ of profiles	Depth in cm	Solid residue	Alkalinity in HCO_3			Cl	SO_4	Total SO_4	CO_2
			Total alk.	Alkalies	Alkaline earths				
29	0—10	0.084	0.032	0.027	0.005	0.004	0.008	—	0.037
	10—25	0.120	0.052	0.032	0.020	traces	0.008	—	0.043
	25—34	0.118	0.084	0.044	0.040		0.003	—	3.32
	49—58	0.150	0.095	0.055	0.040	0.011	0.010	—	7.94
	91—99	0.614	0.037	0.020	0.017	0.105	0.271	0.323	3.27
59	0—15	0.080	0.058	0.022	0.036	traces	0.005	—	0.053
	18—28	0.112	0.094	0.072	0.022	0.002	0.004	—	0.64
	45—55	0.156	0.140	0.128	0.012	0.003	0.007	—	7.07
	75—90	0.149	0.129	0.111	0.018	0.005	0.008	—	1.85
	95—105	0.352	0.131	0.111	0.021	0.011	0.156	0.278	4.56
	125—135	1.684	0.062	0.015	0.047	0.038	1.010	2.636	1.44

irrigated soil the coefficient remains practically permanent during the whole course of the test (about $1^1/_2$ month), whereas for one non-irrigated it rapidly changes towards decrease and is at the end of the test even smaller than in an irrigated soil. We are not inclined in the given case to connect these alterations with the dynamics of the absorbed bases, the per cent of absorbed sodium being very small, but we ascribe them to a mechanical modification in the soil constitution, to its compacting produced by prolonged percolation of water.

Two more profiles, qualified morphologically as being solonetsous were cut in the same irrigated territory. Their analytical characteristics are stated in tables 27 and 28.

TABLE 28

№ of profiles	Depth in cm	Capacity in milliequivalents	Sodium absorption in milliequivalents	Per cent of absorbed sodium of capacity
29	0—10	18.64	1.41	7.5
	10—25	30.36	3.90	12.8
59	0—15	19.30	1.44	7.5
	18—28	23.17	3.24	13.9
	45—55	13.75	4.40	32.0

TABLE 29

Watersoluble salts in the profile № 5

Depth in cm	Alkalinity in HCO_3			Cl	SO_4	Solid residue
	Total alkal.	Alkalies	Alkaline earths			
0—6	0.017	0.014	0.003	0.315	0.304	1.136
8—14	0.013	0.010	0.003	0.260	0.321	1.026
15—20	0.012	0.010	0.002	0.204	0.411	1.142
25—35	0.025	0.014	0.011	0.107	0.396	0.948
50—60	0.027	0.013	0.014	0.058	0.253	0.590
65—75	0.032	0.025	0.007	0.054	0.198	0.478
90—100	0.035	0.022	0.013	0.095	0.133	0.440

Both profiles are characterized by an insignificant and almost equal degree of general salinization. At the same time alkalinity is highly increased, especially in profile № 59, reaching in it the amount of 0.125% of HCO_3, connected but with alkaline metals.

The analyses of the elements of the absorbing complex gave results reproduced in Table 28.

Figures testify of a considerable degree of solonetsosity, especially so in profile № 59, and this fully agrees with the readings of alkalinity in a water extract.

Finally, we must note that solonchak spots are also to be found in the irrigated territory. As an example of salinization there is given in Table 29, the analysis of watersoluble salts in profile № 5, cut in the vicinity of profiles № 3 and 4, above described, in a barren spot of an alfalfa - field.

The location of the maximum of salts in the uppermost layer, as well as the predominance of chlorine is a proof of this solonchak being in the stage of growth. Thus, if we noted in profile № 3 the initial start of salinization, we have it here fully and clearly expressed.

Conclusion

All the stated material, though not numerous as yet allows us, nevertheless to make certain deductions, in a preliminary form, deserving to be extensively studied in detail in the future. We will particularly note the following:

1. Soil solonetsosity, expressed morphologically and registered chiefly, on the presence of the compact illuvial horizon *B*, does not always correspond to analytical readings, namely: a considerable amount of absorbed sodium is, sometimes, stated in slightly morphologically expressed solonetsous soils, and, vice versa, strongly solonetsous soils show a smaller amount of absorbed sodium. One may look for the explanation of this disparity in several directions: first of all, horizon *B* may be of a relict character, i. e., being primarily formed with the assistance of absorbed sodium, loses this sodium later on in the process of its being replaced by calcium or magnesium, yet naturally keeping the acquired excessive clayeyness; secondly, cases may take place in nature of a typical illuvial clayey horizon being formed without any participation of absorbed sodium. In fact, absorbed sodium may be looked upon, in the given case, but as a dispersive, allowing to the finest clay suspensions to steadily exist and to move along the soil profile downwards up to the salt accumulation horizons, where suspensions get coagulated.

However, the proper degree of dispersity may be produced by other factors, amidst which biological processes, taking their course energetically in the surface soil layers, are to be specially noted. Thus, an

illuvial horizon may arise as well as a morphologically expressed solonetsous profile of soil, yet not containing any absorbed sodium. Thirdly and finally one may imagine a case of there arising a compact, strongly clayey horizon „in situ", due to specific conditions of the weathering, as, for instance, under the effect of capillary rising of dilute solutions of soda.

2. The evolution of solonetsous soils takes its course in different directions at irrigation. In some cases, to all appearance, degradation is stated, i. e. the decomposition of the absorbing soil complex and conformingly a decrease of the general capacity of the soil.

A rise in alkalinity and an increase of the per cent of the absorbed sodium and magnesium is noted simultaneously in the underlying horizons. The general value of this degradation and its importance from an agricultural point of view, have not yet been elucidated. In other cases solonetsous soils are subjected to salinization, ground waters not participating in it directly. The mechanism of this process has not been studied either.

3. Solonetsous horizons, having a great per cent of absorbed sodium, are capable of a long and steady existence under conditions of irrigation even in strongly carbonatic soils. A case observed in the Golodnaya Steppe may serve as a striking instance of it.

4. At the comparison of the character of the soil complex of the dry steppe with that irrigated in the region of the Tingutinsky Station, one may suppose that irrigation, far from suppressing the differences which existed in natural soils, may perhaps even increase these differences: we may observe here phenomena of degradation, high degrees of solonetsosity, as well as an accentuated salinization of separate spots.

5. The fitration in solonetsous soils is determined not only by the mechanical composition of these soils, but also by the degree of theih dispersity, depending directly on the per cent of the absorbed sodium. Therefore a soil with a lighter mechanical composition may filter worse than one heavier. Profiles № 13 and 14 on the one hand, and № 15 on the other, may serve as good examples thereof. Compactness of the soil constitution is the second factor of filtration, due to which the filtration does not come up to its initial point, even at sodium being replaced by calcium.

The filtration curve of a slightly solonetsous soil rapidly falls during the test, due to the redistribution of the soil particles, to their compacting. The solonets curve remains stable, probably in virtue of the replacing of sodium by a hydrogen ion.

---

4. EINFLUSS DER TROCKENLEGUNG AUF DIE PHYSIKALISCH-CHEMISCHEN EIGENSCHAFTEN DER MOORBÖDEN

M. V. Dokukin (Minsk, Weissrussland)

In den letzten Jahren stieg in unserer Union das Interesse zum Studium der Moorflächen nicht nur als einer Quelle zur Beschaffung von Heizmitteln und Stallstreu, sondern auch als einer Möglichkeit der Erweiterung des landwirtschaftlich nutzbaren Territoriums des Landes. Die von Mooren eingenommenen Flächen sind im Europäischen Teile der UdSSR sehr gross; ihre Gesamtfläche erreicht 30 Millionen Hektar, die Tundraböden des äussersten Nordens nicht mitgerechnet; sie konzentrieren sich hauptsächlich in der Zone der Böden, die nicht zum Tschernozemtypus gehören. So weite Flächen können und müssen auch eine grosse Rolle bei der Entfaltung der landwirtschaftlichen Produktivkräfte dieses „nichttschernozem" Gebiets der Union spielen; im zweiten Fünfjahrplane wird eine weite kulturelle Nutzbarmachung dieser Flächen vorausgesehen zwecks Organisation grosser mechanisierten Wirtschaften, wobei jeder dieser Wirtschaften ihre eigene Spezialität beigemessen sein wird, je nach den bodenkundlichen, klimatischen und wirtschaftlichen Eigentümlichkeiten der einzelnen Gebiete.

Preliminäre Orientierungsarbeiten zwecks Feststellung des wirtschaftlichen Wertes der Moorböden wurden in letzter Zeit in verschiedenen Rayonen der UdSSR geführt: Trockenlegung, Organisation von Versuchswitschaften auf weiten Moormassiven, besonders in Weissrussland, Karelien und in dem Nord-West-Gebiet. In vielen Fällen gleichzeitig mit der Trockenlegung wurden auch detaillierte Bodenuntersuchungen durchgeführt zwecks Feststellung jener Veränderungen, welche im Boden durch Dränieren und andere kulturtechnische Massnahmen, durch Düngung, Bearbeitungsweise, Bestellung u. dgl. hervorgerufen werden.

Wir beschränken unsere Mitteilung auf die Auslegung der in unserer Union erhaltenen Resultate der Versuche über den Einfluss der Trockenlegung auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Moorböden und bieten der Aufmerksamkeit der Kommission folgendes Material über diese Frage dar.

I. In 80 km zum NO von Leningrad (Priladozhskaja Verssuchs-Station) wurden auf einem Sphagnum-Hochmoore verschiedene Moorkulturverfahren untersucht und gleichzeitig auch der Einfuss der Entwässerung auf die Eigenschaften der saure Sphagnum-Böden. Es wurden dabei folgende Resultate für den Horizont O — 20 cm ermittelt:

	Vor der Entwässerung des Moores	Nach der Entwässerung des Moores
1. Allgemeine Wasserkapazität in % des trockenen Torfes	1820	1400
2. Volumengewicht des Torfes in g pro 1 ccm	0,067	0,075
3. pH in Wassersuspension	3,77	3,68
4. pH in KCl-Suspension	2,77	2,67
5. Austauschazidität in ccm 0,1-n-NaOH	80	66
6. Hydrolytische Azidität	750	638
7. S	0,230	0,250
8. T	1,72	1,74
9. V	12,8	14,4
10. Nitrate	0,100	0
11. Humifizierung nach Robinson in %	10	12

Wenn die Entwässerung mit Kultivierung vereint wird wächts der Humifizierungsgrad nach 4 Jahren bis auf 45%.

Wir sehen somit, dass bereits bei der Entwässerung allein die Wasserkapazität des sauren, schwach humifizierten Sphagnum-Moorboden abnimnt und dass sein Volumengewicht anwächst; dabei verändert sich sein pH-Wert nur wenig, dagegen ändern sich die hydrolytische und die Austauschaziditäten beträchtlich zur Seite der Verkleinerung ihrer Werte; die Sättingung mit Basen und die Humifikation steigen etwas; die biologische Tätigkeit wächst nicht.

II. In dem ukrainischen Polessje, an der S-W-Grenze der podzoligen Zone (Rudnja-Radowalsky Versuchs-Station) wurden die hier weit verbreiteten Seggen-Hypnum-Moore untersucht. Die Resultate sind wie folgt:

	Vor der Entwässerung des Moores	Nach der Entwässerung des Moores
1. Hygroskopizität in %	13,75	14,50
2. Aschegehalt	9,84	11,07
3. Gesamtstickstoff	3,77	3,94
4. Gesamtgehalt CaO	1,27	1,45
5. CaO — in 10%-HCl löslich	1,17	1,41
6. CaO — in NH_4Cl ausziebahr	1,12	1,38
7. Gesamtgehalt von P_2O_5	0,30	0,33
8. pH in Wassersuspension	5,5	5,0
9. Nitrate	960	1285
10. Absorbiertes Ammoniak	309	280

Wir sehen somit, dass in den klimatischen Bedingungen des ukrainischen Polessje die Niederungsmoore sich schnell zu zerlegen anfangen und ihren Aschegehalt, den Gehalt an austauschbarem Kalk, P_2O_5 und

Stickstoff vermehren; die biologische Tätigkeit wächst an; pH zeigt diese Tendenz zur Verstärkung die aktive Austauschazidität fällt aber dabei.

III. Im zentralen Gebiet von Weissrussland, in der Nähe von der Stadt Minsk (Versuchs-Station von Minsk) wurde die Frage über den Einfluss der Entwässerung auf die chemischen Eigenschaften des Moorbodens eines Hypnum-Seggen Ursprunges, ergründet. Es wurden nachstehende Resultate erhalten:

	Vor der Entwässerung des Moores	Nach der Entwässerung des Moores
1. Aschegehalt in %	9,5	12,0
2. Sesquioxyde	1,62—2,54	3,69
3. Gesamtmenge von CaO	2,99—3,12	3,66
4. „ der Phosphorsäure	0,22—0,27	0,31
5. Nitrate	0—67	111—1172

Die Zusammensetzung der das Moor nährenden Grundwasser war bei diesem Versuche die folgende: pro 1 L — 49,6 mg CaO, 13,4 mg von Magnesia, 0,9 — Kali, 3,3 mg der Sesquioxide, Spuren der Phosphorsäure und 0,5 mg von SO_3. Nach dem Durchfliessen durch den Torf weisen die Grundwasser folgende Zusammensetzung auf: 29,4 mg CaO; 5,5 mg MgO und 9,6 mg SO_3; sie verlieren im Torfmoore einen Teil des Kalkes und der Magnesia. Die Beobachtung der Verdünstung hat auf diesem Moore gezeigt, das auf den trockengelegten Flächen in Sommermonaten die Menge des verdünsteten Wassers diejenige der Niederschläge übertrifft.

Die Veränderung des Chemismus des Torfmoores hing also nicht nur von der Zersetzung der organischen Torfsubstanz ab, sondern auch von der Einwirkung des Grundwassers, das in die Torfschicht eindringt.

Aus allem Obengesagtem folgt es mit voller Klahrheit, dass bereits die Trockenlegung allein in dem Moorboden bedeutende Verärderungen hervorruft, deren Energie und Richtung von den Eigenschaften des ursprünglichen organischen Materials abhängt, somit von den Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen in denen diese Erscheinungen sich entfalten. Wenn die Trockenlegung mit den Moorkulturverfahren verbunden wird — Bearbeitungsweise, Düngung und Besäen, — nimmt die Energie der Veränderungen um viele Male zu und es wird dabei schnell die Schlussetape dieser Veränderungen erreicht, entweder bekommt man einen Boden mit einer mehr oder weniger festen Struktur, oder es bleibt bei irthümlichem agrotechnischem Behandlungssystem, dieselbe organogene Bodenart erhalten, nur in zerstäubtem Zustande und mit unterdrückter biologischen Tätigkeit.

---

5. GEGENWÄRTIGER ZUSTAND DER BODEN- UND GRUNDUNTERSUCHUNGEN IM STRASSENBAUWESEN

M. M. Filatov (Moskau, UdSSR)

I. Einteilung der Lehre von den Gründen, auf Strassenbau bezogen

Die Praxis der Erdbauten, zu denen direkt oder indirekt die verschiedenen Weisen der Strassenerrichtung gereiht werden müssen, stellte schon ungefähr 15 Jahre her[1] die Frage vor uns von der Notwendigkeit der Erforschung der Böden und Gründe gleichzeitig in mehreren Richtungen hin. Es stellte sich heraus, dass der Strassenbau-Ingenieur sich keinenfalls damit begnügen kann, diese Körper bloss als gewisse Komplexe von Teilchen verschiedener Grösse und Form, denen bestimmte mechanische Eigenschaften eigen sind, zu betrachten, ohne Rücksichtnahme ihrer physikalisch-chemischen Natur und jener dynamischen Prozesse, welche jeden Boden-Grund charakterisieren.

Ungefähr zu der gleichen Zeit haben sich im wesentlichen die Hauptrichtungen der „Strassenbaubodenkunde" angedeutet, die heute infolge der immer anwachsenden Anforderungen an Massenmaterialien für den progressierenden sozialistischen Aufbau in der UdSSR sich ausserordentlich schnell und weit entfaltet, nach jenen drei Abschnitten dieses neuen Zweiges der angewandten Bodenkunde, welcher im System der ingenieur-technischen Wissenschaften am öftesten als „Strassengrundkunde" bezeichnet wird.

Wollen wir kurz diese Hauptaspekte der Strassengrundkunde besprechen, mit ihrem Erforschungsobjekt — dem Grund, — dem oberflächlichen Horizonte der Gesteinsarten, welche teilweise sich in Böden umgewandelt haben, teilweise aber Grundschichten vorstellen, welche alle zusammen die Verwitterungskruste der Erde bilden[2].

---

[1] Bureau of Public Roads.

[2] Prof. M. M. Filatov. Fragen der Lehre von den Wegegründen. Journ. „Strasse und Automobil". 1930. S. 38.

Die erste Richtung, in der sich heute die Lehre von den Boden-Gründen, mit spezieller Berücksichtigung der Strassenbauziele, entwickelt, entspringt aus den vorhandenen Wechselbeziehungen zwischen der Strasse und den naturgeschichtlichen Bedingungen, in denen sie angelegt wird. Und in der Tat haben Klima, Relief und die hydrologischen und geologischen Bedingungen einen wesentlichen Einfluss auf die Dienstleistung des Wegekörpers, die Bodengründe aber, in denen letzterer gebettet ist, stellen eine Funktion der ganzen Summe der physikalisch-geographischen Bedingungen des Rayons dar und sind von besonderer Wichtigkeit für die „Tragfähigkeit" des Strassendamms.

Hieraus wird es ganz klar, dass dieser Teil der Lehre von den Strassengründen mit der naturgeschichtlichen Bodenkunde organisch verbunden ist und deren Errungenschaften und Methoden zu Strassenbauzielen ausnützt. Den Hauptbeobachtungsgegenstand dieses Abschnitts bilden daher die morphologo-genetische Charakteristik der Boden-Gründe im Strassendamm, die Erforschung ihrer physikalisch-chemischen Art und die Feststellung der Gesetzmässigkeiten der territorialen Verteilung der Gründe im Wegekörper, im Zusammenhang mit den physikalisch-geographischen Bedingungen des Gebietes der Bahnstrasse.

Diese Richtung wurde in unserer Union ins Leben gerufen; die Kompliziertheit der Bodendecke und die Beschränktheit der Steineressoursen veranlassten unsere Gelehrten, ihre spezielle Aufmerksamkeit auf die Ausnützung der Gründe in der Strassenbekleidung zu richten.

Die zweite Richtung, welche einen anderen Abschnitt der Strassengrundlehre bildet, umfasst die Gründetheorie, hauptsächlich in der Weise, wie sie von dem amerikanischen Professor Karl Terzaghi[1] dargestellt wird. Die Arbeiten dieses Gelehrten bilden bekanntlich eine ganze Epoche in der Lehre von der Mechanik der Gründe, hauptsächlich in deren experimentellem Teil, sowie auch in deren praktischer Anwendung beim Strassenbau. Doch haben die Arbeiten über die Mechanik der Gründe bis jetzt nur die eigentlichen Gründe berührt, — sie haben die Bodenteile noch nicht mit einbegriffen; dies bildet heute eine wesentliche Lücke in der Lehre von den Strassengründen. Die praktisch wichtigste Errungenschaft der Arbeiten auf dem Gebiete der heutigen mechanischen Theorie der Gründe ist die Feststellung jener mathematisch ausdrückbaren Merkmale, die zum Charakterisieren der Gründe hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften notwendig sind.

In allerletzter Zeit entwickelte sich hauptsächlich bei uns in der UdSSR die dritte Richtung, die sogenannte technologische, welche zu ihrem Ziel die Erforschung des Verhaltens der Böden und Gründe zu den granulometrischen (mechanischen) Beimengungen, den physikalisch-

---

[1] K. Terzaghi. Erdbaumechanik. 1925.
K. Terzaghi. Prinzipien der Mechanik der Günde.

chemischen Einwirkungen und den technologischen Prozessen hat. Sie begründet sich auf der Anwesenheit in Böden des kolloidalen Teiles, welcher die Haupteigenschaften des Grundstrassenkörpers bedingt. Eines der Hauptergebnisse der Arbeiten auf diesem Gebiete ist die Feststellung der Möglichkeit der Einwirkung auf die Gründe in der für den Fahrdamm gewünschten Richtung vermittelst ihres kolloidalen Teils [1].

Der ebenerwähnte Grundsatz wird zur Zeit von vielen angesehenen Ingenieuren und Bodenkundlern unserer Union als der Beginn einer neuen Epoche in der Strassengrundforschung eingeschätzt. Auf die Bedeutung dieser Richtung wurde zuerst von Ingenieur A. N. Asotov gewiesen, welcher die Bedeutung der Erforschung der Gründe, als einer „Strassenbekleidung" und nicht nur als einer Bettung des Strassenkörpers hervorhebt [2].

Die drei aufgezählten Abschnitte der Lehre von den Strassengründen und -böden sind aufs engste miteinander verbunden, entspringen eines aus dem anderen und sind alle gleich unbedingt notwendig für das heutige Strassenbauwesen.

Wollen wir uns jetzt zu der Betrachtung der Hauptresultate der Strassengrundkunde wenden, nach ihren einzelnen Abschnitten betrachtet: dem naturwissenschaftlichen, dem physikalisch-mechanischen uud dem technologischen.

II. Der naturwissenschaftliche Teil der Lehre von den Strassengründen

Hier müssen vor allem die Arbeiten unserer Sowjetgelehrten — Bodenkundler-Naturkundler und Strassenbauingenieure — erwähnt werden, speziell auf dem Gebiete der Ausarbeitung einer speziellen Methode der Boden-Gründeaufnahme zu Zwecken des Strassenbaus.

Bei der Anlage neuer Strassen, bei Verbesserung der Trassen der vorhandenen Wege und bei der Befestigung der Dammkruste und Dammsohle mittels der oder jener Verfahren ist es bekanntlich notwendig, die auf der genommenen Strassentrasse vorhandenen Boden-Grundbedingungen — genau zu kennen. Daher müssen die technischen Untersuchungen, sogar die Auskundschaftsuntersuchungen von Bodenuntersuchungen begleitet werden. Es zeigte sich aber in der Arbeitspraxis heraus, dass solche Untersuchungen, die früher öfters nicht von Spezialisten ausgeführt wurden, gewöhnlich nur ein ganz unzuverlässiges und wissenschaftlich nicht systematisiertes Material zur Zusammensetzung

---

[1] Prof. M. M. Filatov. Die Lehre von den Wegegründen. Staats-Verlag 1932, Teil 3.

[2] Ingenieur A. N. Asotov stellt die Frage von der Ausnutzbarkeit aller Gründe zwecks Strassenbekleidung. Er spricht die Meinung aus, dass alle Gründe in Strassenbahnmaterialien verwendet werden können. Diese Aufgabe kann nur durch die gemeinsame Arbeit der Ingenieure, Bodenkundler und der Chemiker-Technologen gelöst werden.

technischer und wissenschaftlich begründeter Strassenprojekte im Teile der Beschreibung und der Bestimmung der Gründe lieferten.

Im Laufe der letzten 7 Jahre wurde die Frage von der Methodik der Strassengrund- und -bodenuntersuchung von den Strassenbauorganisationen unserer Union, welche ein ganzes Netz wissenschaftlicher Forschungsinstitute und Stationen zur Verfügung haben, wo die Erforschung der Gründe Spezialisten-Bodenkundlern anvertraut ist, einer gründlichen wissenschaftlichen Durcharbeitung unterworfen, Im Resultate dieser Forschungen ist die folgende Methode der detaillierten Boden-Gründeaufnahme längs der ganzen Trasse angenommen worden, mit Zusammensetzung eines Längsprofils im horizontalen Massstabe, nicht gröber als 50 m in 1 cm und im vertikalen 5 cm in 2 mm, auf die Tiefe der ganzen Schichtdicke mit Eindringen in den Horizont C (d. h. zirka bis auf die Tiefe von 1,5—2 m von der Tagesoberfläche). Ausser den Längsprofilen der Boden-Gründe werden an bestimmten Stellen der Trasse noch Querprofile angelegt[1].

Die Untersuchung der Strassendämme in verschiedenen Bodenzonen führte zum Schlusse, dass der Strassenkörper durch verschiedene Böden gebildet wird, welche immer ihrer physikalisch-geographischen Zone entsprechen. So bestehen z. B. in der Waldzone die Strassen hauptsächlich aus Horizonten podzoliger Böden verschiedener granulometrischer Zusammensetzung. Im Tschernozemgebiet der Steppe weisen sie in ihrem Körper Tschernozemgründe auf, und im südöstlichen Gebiete unserer Union mit den trockenen, fast wüstenartigen Steppen erstrecken sich die Strassen oft auf alkalischen Gründen u. s. w. Hieraus kann man folgern, dass zwischen dem Strassendamme und den physikaliseh-geographischen Bedingungen des Territoriums, wo dieser gelegen ist, ein bestimmter Zusammenhang besteht.

Ferner wurde es mittels derselben Methode festgestellt, dass für Strassen der einfachsten Typen, d. h. der Grund- und Kiesstrassen, hauptsächlich die oberen akkumulativ-eluvialen Bodenhorizonte von Bedeutung sind; die Chaussé- und Pflasterstrassen aber haben die Gründe nur in ihrer Basis, wobei die letztere am öftesten aus illuvialen Bodenhorizonten, manchmal aber aus Untergrundschichten besteht. Hierdurch wird die nicht zu bestreitende Bedeutung der Untersuchung der Bodenstruktur beim Wegebauen noch hervorgehoben.

Und endlich, auf Grund der Erforschung der Strassengründe mittels Profilierung und der Zusammenstellung der dabei erhaltenen Data mit den Bedingungen der Bahndammleistung in jeder physikalisch-geographischen Zone, wird heute das Problem der Strassenklassifizierung auf-

---

[1] Technische Regeln der Feld-Bodengründeuntersuchungen bei detaillierter Untersuchung der Trasse. Zentr. Auto-Strassen-Inst., 1932.

V. I. Kulakov. Zur Frage von der Zusammensetzung der Boden-Grundprofil der Strassen. 1928.

gestellt mit Rücksichtnahme des Boden-Grundmerkmals[1], welches diese Bedingungen abspiegelt und daher die Möglichkeit verleiht, im voraus die Eigenschaften des Strassendammes zu bestimmen und sie zu regulieren.

Unseres Erachtens kann man die Strassen, mit Berücksichtigung ihrer Boden-Gründestruktur, folgenderweise einteilen:

1. Natürliche Strassen, welche bloss eingefahrene Landstreifen vorstellen, die sich in dem obersten Bodenhorizonte, also im A_1, erstrecken. Der Rasen, A_0 ist hier durch die Radspuren durchgefurcht und erhält sich in verschiedenen Teilen der Fahrstrasse (zwischen den tiefen Radfurchen). Diese Strassen sind mit keinen Geräten behandelt worden und tragen gänzlich das Gepräge der Eigenschaften der Bodenhorizonte, die an der Oberfläche des Fahrdammes liegen.

2. Natürliche Grundstrassen, die sich von den obengenannten dadurch unterscheiden, dass der ihren Körper bildende Grund in tiefliegenden Strecken durch Gräben getrocknet worden ist und mancherorts mit der beim Umgraben des Dammes ausgeworfenen Erde überschüttet ist. Manchmal, z. B. in besiedelten Gegenden, finden wir in der Dammkruste solcher Strassen Beimengungen verschiedener zufälliger Materialien (Sand, Kies, Schotter, Torf u. s. w.).

3. Die Grundstrassen mit gewölbtem oder einem anderen Querprofil, — die sogenannten profilierten — bestehen ebenso wie die zwei obenaufgezählten Typen unmittelbar aus den Bodenhorizonten in ihrer natürlichen Lagerung und haben nur an der Tagesoberfläche eine aufgeschüttete Schicht aus den bei der machinellen Profilierung des Dammes vermischten oberen Bodenhorizonten.

4. Strassen mit Grundbekleidung, die auf verschiedene Weise befestigt ist: durch Zugabe von granulometrischen Beimengungen, durch Anwendung von bindenden Stoffen und durch technologische Prozesse.

5. Schotter- und Pflasterchausseen mit Steinbekleidung, in einer in den Bodenhorizonten und dem Untergrunde, meistenfalls in Form der illuvialen Bodenschicht (Horizont B), ausgegrabenen Mulde gebettet.

6. Vervollkommnete Chausseen und Pflasterstrassen haben den Grund nur in ihrer Sohle, wobei letztere öfters selbst der oder jener technischen Behandlung unterworfen worden ist.

Wie es aus der ebenangeführten Charakteristik der sechs Hauptarten der Auto-Transportstrassen ersichtlich ist, kann man diese in zwei Gruppen einteilen:

Erste Gruppe: Strassen, die zu dem reinen Boden-Grundtype gehören, und

---

[1] „Zudortrans". Preliminäre Anleitung zum Landstrassenbau. 1929.
Prof. M. M. Filatov. Strassenbaubodenkunde. Teil I, 1932.

Zweite Gruppe: Strassen auf Boden-Grundbasis.

Die Strassen der ersten Gruppe unterscheiden sich nach der Art der sie bildenden Gründe: podzolige, tschernozemartige u. a. Sie sind territorial mit den vorhandenen physikalisch-geographischen Zonen verbunden, ihre Qualität hängt in hohem Masse von dem physikalisch-chemischen und granulometrischen Wesen der Böden ab.

Die Strassen der zweiten Gruppe werden nach dem Bodenmerkmal ihrer Sohle unterschieden, z. B. Chaussee auf alkalischem Grunde, Pflaster auf Tschernozem u. s. w.

Unsere schematische Klassifikation der Auto-Transportstrassen kann als folgende Tabelle zusammengefasst werden:

SCHEMATISCHE KLASSIFIKATION DER AUTO-TRANSPORTSTRASSEN

von Prof. *M. M. Filatov*

	I. Strassen des Boden-Grund-Typus		II. Strassen auf Boden-Grundbasis	
	1. Nicht profilierte	2. Profilierte	1. Chausseen	2. Pflaster
	a) natürliche, b) Grundstrassen	c) befestigte, d) unbefestigte	a) vervollkommnete, b) nicht vervollkommnete	a) Steinpflaster, b) Asphalt u. a.
Zonale	Tundrastr. podzolige Str. Tschernozemstr. alkalische Str. braun-kastanienfarbig Str.	von verschiedener granulometrischer Zusammensetzung: tonige, lehmige, sandlehmige, staubige, granitische, kieselhaltige u. s. w.	Teilen sich nach der Art ihrer Boden-Grundbasis in dieselben Typen, wie die Grundstrassen.	
Intrazonale	Alkalibodenstr. Salzbodenstr. Moorbodenstr. Gleibodenstr. Humuskarbonatbodenstr. dunkelfarbige			
Azonale	alluviale abgeschwemmte, aufgeschwemmte grobe, steinige sandige (Barchan-Dünen)			

Im Falle von Ausgrabungen und Aufschüttungen können sie je nach dem in der Sohle überwiegenden Grunde benannt werden.

Die wesentiiche Bedeutung, welche die Bodengründe für die Arbeitsleistung des Strassendammes haben und gleichzeitig der enge Zusammenhang, der zwischen diesen und ihrer physikalisch-geographischen Umgebung besteht, haben dazu bewogen, die eiligste Lösung der Frage von der Zusammenstellung einer detaillierten Karte unserer Union, mit spezieller Berücksichtigung der Böden-Gründe vom Standpunkte der an sie von dem Strassenbau gestellten Anforderungen, auf die Tagesordnung zu stellen.

Es wird beabsichtigt, in diesen Zwecken, in nächster Zeit solche Arbeiten in RSFSR anzustellen, mit Zugrundenahme der Materialien über die Bodendecke, die bei den vorhergegangenen Untersuchungen erhalten worden sind.

Die Zusammenstellung von solch einer Karte ist für unser Land von grossem praktischen Interesse, denn auf ihr kann sich das Planieren des Auto-Transport-Strassenbaus basieren, mit richtiger Verwertung der Bodenbedingungen in jedem physikalisch-geographischen Rayon; der Bedarf an Auto-transportstrassen drückt sich zum Ende des zweiten Fünfjahrs mehr als in 5.000.000 km aus[1]. Besonders wichtig ist solch eine Karte der Strassenbodengründe für steinarme Gebiete, wo die Massentype der Landstrassen unumgänglich Strassen bilden müssen mit der Bekleidung aus den Ortsgünden, die mittels des oder jenes, sich auf den physikalisch-chemischen Eigenschaften letzterer begründenden Verfahren befestigt sind.

Ferner wurde noch die Frage über die granulometrische (mechanische) Klassifikation der Gründe durchgearbeitet.

Die richtige Bestimmung der mechanischen Zusammensetzung ist bei der Bewertung der Boden-Grundbedingungen der Strassentrasse von grösster Bedeutung. Wenn der Grundboden richtig trassiert ist, das nötige Quergefälle hat, gut drainiert und systematisch gepflegt wird, aber dabei, bei verhältnismässig unbedeutender Belastung Furchen und Löcher aufweist, bei feuchtem Wetter klebrig und wenig gebunden erscheint, so ist die Ursache dieser Erscheinungen, wie es Beobachtungen und Experimente gezeigt haben, an erster Stelle in der mangelhaften granulometrischen Zusammensetzung des Grundes zu suchen. Infolge der grossen Bedeutung dieser Zusammensetzung, wird in der Strassengrundkunde eine spezielle Aufmerksamkeit der Frage von der granulometrischen Klassifikation der Gründe zugemessen.

Heute erblicken wir zwei Richtungen in denen die Durcharbeitung dieses Problems geführt wird. Die eine ist die Entwickelung der Idee von der zwei- und dreigliedrigen Formel der mechanischen Zusammensetzung der Gründe (Prof. N. M. Sibirtzev und Agronom G. M. Tumin)

---

[1] Heute zählen wir in der UdSSR 3.000.000 km Strassen, 97% davon bilden die unvervollkommneten Grundstrassen.

die andere begründet sich auf der Berechnung der Anschwellungsfähigkeit des Grundes wegen seines Kolloidteils.

Wir begnügen uns daher mit dem Hinweis auf die granulometrische Klassifikation, welche von der 1. Allunionskonferenz über Fragen wissenschaftlicher Forschungen im Strassenbau im Jahre 1931 [1] angenommen worden ist und auf die Tabelle der granulometrischen Bodenarten und Gründe in Verbindung mit ihren Strasseneigenschaften, die von Prof. M. M. Filatov [2] zusammengestellt ist.

Die erste Klassifikation, der zu Grunde die Arbeiten von Prof. N. N. Ivanov und Prof. S. M. Muravliansky gelegt sind, stellt eine Nomenklatur der Gründe dar, welche zusammengesetzt ist je nach dem Gehalt von: tonigen Teilchen (<0,005 mm), staubigen (0,05—0,005 mm) Teilchen und der Sandfraktion (2—0,05 mm). Sie umfasst 14 Arten, von den tonigen Gründen ab bis zu den Sanden, ist nach der dreigliedrigen Formel aufgebaut, unterscheidet sich aber von der Klassifikation von Tumin sehr wesentlich in Bezug auf die Fraktionen, die ihr zu Grunde gelegt werden. Bekanntlich operierte der erwähnte Verfasser mit Fraktionen der Bodenteilchen <0,01 mm (Ton), 0,01—0,1 mm (sandiger Staub) und 0,01—3 mm (Sand).

Vom Standpunkte des Strassenbaus besitzt die granulometrische Klassifikation der Ersten Konferenz den unbestreitbaren Vorzug, dass sie die Menge der Fraktion $< 5\ \mu$ in Betracht nimmt; diese Fraktion ist es gerade, welche ihre plastischen Eigenschaften, die Fähigkeit zur Koagulation und andere Merkmale, bestimmt, die sie den kolloidalen Systemen (Prof. P. A. Zemiatchensky, Prof. A. N. Zavaritzky u. a.) nähert, von denen die Haupteigenschaften der Strassengründe abhängen.

Die zweite Klassifikation (Prof. M. M. Filatov) teilt die Böden und Gründe in sechs Klassen ein, nach den sogenannten „mechanischen Koeffizienten" und in 17 Abarten nach dem „Koeffizient des Schwellens" und basiert sich hauptsächlich auf jenem hoch-dispersen Teile des Grundes, der bei der Berührung mit Wasser anzuschwellen vermag. Diese Erscheinung, welche durch einen speziellen Anschwellungskoeffizienten ausgedrückt wird, weist auf den Kolloidalitätsgrad des Grundes und folglich gewissermassen auch auf seine Qualität, als Strassenmaterials.

Dieses System ist ganz neu, in Anwendung zu granulometrischen Konstruktionen, und erfordert selbstverständlich eine Prüfung und Präzisierung; zweifellos aber kann es seiner Idee nach, eine grosse praktische Anwendung finden. Bei der naturwissenschaftlichen Untersuchung der Strassengründe verdient einer besonderen Beachtung die Erforschung des Zusammenhanges zwischen den sogenannten Aufquellungserscheinungen und den Bodengrundbedingungen der Strassen.

---

[1] V. V. Okhotin. Ausführung der Strassenboden- und grund Felduntersuchungen Informationsbull. № 2 1931 Zudortrans.

[2] Prof. M. M. Filatov, J. Strasse und Automobil — 1921 № 5—6. S. 129.

Als Strassenaufquellungen bezeichnet man Strassendammerhebungen verschiedener Art die an manchen Stellen hauptsächlich im Winter erscheinen und im Frühjahr, manchmal sogar nur im Sommer, wieder verschwinden. Diese Erscheinungen können die Fahrdämme völlig unfarbar machen, bei Schienenwegen können sie zu grossen Unglücken und Verlusten führen.

Durch die von M. I. Sumgin[1] in der letzten Zeit durchgeführten Arbeiten ist das physikalisch-mechanische Wesen und die Saisonmässigkeit der Aufquellerscheinungen festgestellt worden.

P. V. Tschitschagov[2] hat gefunden, dass eine wesentliche Rolle bei der Bildung einer Reihe von Aufquellungen Böden und Gründe spielen, die reich an Fraktion von 0,05—0,005 mm sind. Nach Angaben dieses Bodenkundlers besitzen solche Gründe eine niedrige Fliessgrenze und sind im Wasser mobil (d. h. sind leicht aufschlämmbar, fliessend, sedimentieren ohne sich zu verdichten u. s. w.).

Man kann sagen, dass heute die Bodengrund- und physikalische Bedingungen der Bildung der Strassenaufquellungen ganz erschöpfend festgestellt sind. Diese Erscheinungen werden in der Strassenbodenkunde hauptsächlich mit dem Aufquellen des feindispersen Teiles der Gründe in Verbindung gestellt, sowie mit dem Durchfrieren der Fahrbahn, an Stellen wo deren Grund mit Wasser gesättigt ist. Die beiden erwähnten Prozesse verursachen die Bildung von Fahrbahndeformationen in Form von Aufquellungshügeln.

In der Reihe der Arbeiten über die Frage vom Zusammenhang zwischen der physikalisch-chemischen Natur der Gründe und ihren Eigenschaften als Strassenbaumaterialien, bilden jene Arbeiten, eine besondere Gruppe in denen der Kolloidteil der Gründe von diesem Standpunkte aus untersucht wird. Das Aufweichen, die Viskosität, Plastizit das Aufquellungsvermögen und andere derartige Eigenschaften des Grundes, welche diesen als Strassenbaumaterial charakterisieren, werden durch seinen Kolloidteil bedingt. Vom Interesse sind in dieser Hinsicht die vor kurzem angefangenen Untersuchungen über den Einflnss des absorbierenden Bodenkomplexes auf die Physik der Gründe (V. V. Okhotin, O. Smirnova u. a.).

Wollen wir kurz einige Fahrdammeigenschaften der Böden und Gründe betrachten, die von der Art des absorbierenden Komplexes abhängen.

Die ausgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Anwesenheit im absorbierenden Komplexe des Na-Kations, wenn dessen Menge in

---

[1] M. I. Sumgin. Physikalisch-mechanische Prozesse in feuchten und gefrorenen Gründen.

M. I. Sumgin. Geophysik der Fahrbahn.

[2] P. V. Tschitschagov. Bericht über die Aufquellungsbildung, erstattet im Jahre 1931 vor der Ersten Allunion-Konferenz für Strassenbau.

der Bodenlösung unter der elekrolytischen Schwelle ist, einen Übergang der Kolloidstoffe in Sole bewirkt, der Boden beginnt, wie man sagt, zu dispergieren, wobei er charakteristische kolloidale Eigenschaften aufweist: Aufquellen, Viskosität, Aufweichen u. dgl. Alles dies bildet scharf negative Eigenschaften vom Standpunkte des Strassenbaus; in solchen Fällen ist eine gründliche Behandlung der Bödengründe notwendig. Durch solch einen Na-haltigen absorbierenden Komplex zeichnen sich die Solonets (Alkaliböden) aus, die solonetzartigen Böden und die Mehrzahl der Solontschaks (Salzböden).

Böden, mit einem mit Mg und Ca gesättigten absorbierenden Komplexe wie z. B. die Tschernozems, sind widerstandsfähig gegen Aufweichen, doch verwandeln sie sich dennach bald zu Schmutz und büssen ihre Druckwiderstandsfähigkeit ein. Dies wird durch die grosse Menge der in den Gründen vorhandenen kolloidal-zerstäubter Stoffe verursacht; in der Zahl dieser Stoffe befindet sich auch der ziemlich grosse Humatteil, der vom Wasser leicht aufquillt und dieses lange in sich behält.

Wenn der Humatteil des absorbierenden Komplexes nicht gross ist, können die tonigen Gründe leicht mittels granulometrischer und chemischer Zugaben befestigt werden, denn ihr Kolloidteil ist einerseits empfindlicher gegen Elektrolyte und andererseits zeigt er Erscheinungen der Adsorption von festen Körpern.

Die ebenerwähnten Schlüsse über die Bedeutung der Art des adsorbierenden Komplexes bei der Bewertung der Gründe vom Standpunkte des Strassenbaus weisen auf die grosse Bedeutung der richtigen Bestimmung ihrer chemischen und kolloidalen Zusammensetzung; noch unlängst aber bestand in dieser Hinsicht überhaupt gar kein Einklang in den Meinungen einzelner Gelehrten.

Als die wichtigsten auf diesem Gebiete der „Strassenbaubodenkunde" müssen die Arbeiten über die Laboratoriumsboden- und Grunduntersuchungen des Zentralen Wissenschaftlichen Forschungsinstituts für Automobil- und Strassenbau (Zudortrans) in Leningrad, und der analogischen Institute in Moskau (GIAT) und in Kharkow, erwähnt werden.

Diese Arbeiten schliessen sich bereits an die zweite Richtung, die wir oben als den physikalisch-mechanischen Abschnitt der Strassengrunduntersuchung bezeichneten.

In direktem Zusammenhang stehen aber: a) die Ausarbeitung der Methoden für die Bestimmung im Felde der granulometrischen Zusammensetzung der Gründe; b) Festsetzung der Verfahren zur Bestimmung hder Plastizität der Gründe und anderer physikalischen Eigenschaften c) die Verwendung einiger Methoden zur chemischen Analyse der Gründe zwecks Bewertung letzterer vom Standpunkte des Strassenbaus.

Im Resultate einer Reihe ausgeführter Untersuchungen können heute folgende Methoden als allgemeinanerkannt gelten: 1) die Methode

der Bestimmung im Felde der granulometrischen Art der Böden und Gründe nach der mechanischen Zahl und dem Aufquellungskoeffizient nach M. M. Filatov, 2) Mechanische Gründeanalyse nach Rudkowsky, 3) Methode der granulometrischen Gründeanalyse im Felde nach Gluschkov, 4) die Bestimmung der Plastizität nach der Grösse des Schnurdiameters an der Ausrollgrenze des feuchten Grundes und nach den Atterberg'schen Konstanten, 5) die Bestimmung der Schnelligkeit des Aufweichens der Gründe nach V. V. Okhotin, 6) die Bestimmung der Sackung der Gründe nach P. A. Zemjatschensky, 7) die Bestimmung der Oxydulverbindungen und der kohlensauren Salze in den Gründen, 8) die Bestimmung der Adsorptionsfähigkeit durch färbende Stoffe, 9) die Bestimmung der Porosität der Gründe und 10) die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit der Gründe und des Wasseraufstiegs in diesen.

Die aufgezählten Methoden werden heute in weitem Ausmasse bei fast allen Strassenbau-Bodengrunduntersuchungen angewandt uud bilden eine objektive Grundlage zur Bewertung der Gründe vom naturgeschichtlichen Standunkte aus [1].

III. Die physikalisch-mechanische Untersuchung der Böden und Gründe

In diesem Abschnitt der Strassenbaugrundlehre haben eine weite Anwendung die glänzenden Untersuchungen von Prof. K. Terzaghi über die Mechanik der Gründe gefunden. Eine besondere Bedeutung muss dabei jenen aus der Zahl seiner Arbeiten beigemessen werden, welche den Fragen der elastischen Deformationen in Sanden und Tonböden, sowie den Erscheinungen der Wasserdurchlässigkeit, des Aufquellens und der Verdichtung der Gründe vom Standpunkte des Gesetzes von Darcy und des Poisson-Verhältnisses (für Tonböden), gewidmet sind.

Die wichtigste Erscheinung der Untersuchungen auf diesem Gebiete ist die erhaltene Möglichkeit der Berechnung der physikalischen Eigenschaften des Grundes (Elastizität, Viskosität, Wasserdurchlässigkeit, Porosität, Koeffizient der inneren Reibung u. dgl. m.). Diese Eigenschaften können, trotz ihrer grossen Anzahl und ungeachtet dessen, dass jede aus ihrer Zahl einzeln genommen eine Kombination vieler Erscheinungen vorstellt, als Zahlen und Diagramme ausgedrückt, weshalb sie als eine zuverlässige Basis für die praktische Bewertung der Gründe angesehen werden können.

Sowohl die theoretischen Erwägungen, als auch die experimentellen Angaben zeigen uns, dass die physikalischen Eigenschaften des Bodens

---

[1] Die Beschreibungen dieser Methoden siehe: Prof. P. A. Zemjatschensky u. a. Methoden und Anleitung zur Untersuchung der Gründe zu Zwecken des Strassenbaus. 1927. Instruktion von Zudortrans.

Prof. N. N. Ivanov. Landstrassen.

Prof. M. M. Filatov. Strassenbaugrunddkunde, und a. m.

in Wechselbeziehungen stehen; diese können als Diagramme genau festgesetzt und fixiert werden, auf Grund systematischer experimenteller Untersuchungen die heute an die erste Stelle des Arbeitsprogramms der Bodenkundler im allgemeinen und der Strassenbau-Bodenkundler speziell gestellt werden müssen.

Es ist wohl möglich, dass die Zahl der Methoden, welche bei der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften, die bei dem Strassenbau wichtig sind, bis zum möglichen Minimum verkleinert sein wird und dass in Zukunft nur die Grundkonstanten, die für Zusammenstellung der Korrelationskurven nötig sind, betrachtet sein werden.

Die bei uns, in der UdSSR ausgeführten physikalisch-mechanischen Untersuchungen der Böden und Gründe bestanden hauptsächlich in der Ausarbeitung einer entsprechenden Methodik, est ist in dieser Hinsicht noch relativ wenig erreicht worden, da die Arbeit noch zu kurze Zeit ausgeführt wird.

Zu den Haupterreichungen auf diesem Gebiet gehört die Ausarbeitung und Konstruktion spezieller Apparate zur Bestimmung der sogenannten zeitweiligen Widerstandskraft der Gründe gegen den senkrechten Druck (Apparate von Ing. Lubny-Gerzyk, Prof. N. N. Dawidenkov. Ing Gagarin u. a.). Die mechanischen Eigenschaften, die im Grunde bei verschiedenen Feuchtigkeits- und Dichtigkeitszuständen bestimmt werden sind bekanntlich besonders wichtig bei der Charakterisierung des Grundes, als Grundlage und Fahrbahndecke. In dieser Hinsicht ist es gelungen mittels der eben erwähnten Methode eine Reihe von Gesetzmässigkeiten aufzudecken, die zwischen der Grösse der spezifischen Belastung (die auf eine bestimmte Fläche wirkt) und der Tiefe der durch diese im Grunde erzeugten Vertiefung bestehen. Auf Grund der Zusammentstellung der verschiedenen Gründe mit einander in bezug auf die Grösse der zeitweiligen Widerstandskraft, kann man ihre Bewertung vom Standpunkte des Strassenbaus zahlenmässig ausdrücken. So können heute z. B. die Böden und Gründe mit der zeitweiligen Widerstandskraft von 20—40 kg/cm² als für die Herstellung der Fahrbahn günstige bezeichnet werden; bei Gründen mit überschüssiger Tonfraktion steigt diese Grösse über 40 kg/cm² und, im Gegenteil, im Falle des Überwiegens der Sandteile, fällt die Widerstandskraft unter 20 kg/cm².

Ferner ist eine Reihe Untersuchungen der Grunde in bezug au Viskosität angestellt worden, mittels eines Apparates, der vom Bodenkundler V. V. Okhotin, konstruiert ist. Bei der Bestimmung der Viskosität bei verschiedenen Feuchtigkeitszuständen, hat dieser Forscher festgestellt, dass die vom Geschitspunkte des Strassenbaus gute Gründe einen Viskositätsgrad nicht über 70 g pro 1 cm² Metalls und eine Plastizität nach Atterberg nicht über 6 besitzen. Es sei erwähnt, dass nach der Skala von Prof. P. A. Zemjatschensky die Plastizität der guten

Strassengründe im Bereiche von 7 bis 2 (Schnurdiameter in mm bei Ausrollgrenze) schwanken kann.

Viele interessante Untersuchungen sind angestellt worden zur Aufklärung der Frage von dem sogenannten „Abschneidewiderstand" des Grundes, der als Kohäsion bestimmt wird — in dem von der eingeführten Zugabe unabhängigem Teil, und als reine Reibung — in der Form eines der Zugabe proportionellen Widerstandes. Nennenswert ist die Arbeit von Ing. M. Pigulewsky über die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Strassengründe. In dieser Arbeit werden so wichtige Fragen durchanalysiert, wie die Methodik der Untersuchung des Widerstandes der astreubaren Komplexe gegen die einwirkenden Druckkräfte, die Art der durch den Druck hervorgerufenen Deformationen dieser Komplexe und endlich Erscheinungen der inneren Reibung in Gründen. Der Autor hat bei seinen Arbeiten die eigens dafür ausgearbeitete Apparatur und seine eigene Methode der Fixierung des deformierten Grundes durch spezielle Reagenzmittel angewandt.

Was die Erscheinungen des Schwindens der Gründe betrifft, d. h. die Eigenschaft das Volumen beim Trocknen zu verändern, welches die Grenze der Verdichtung des Bodens unter der Wirkung der Kapillarkräfte bestimmt und auf die Möglichkeit des Aufquellens weist, so haben die Arbeiten der amerikanischen Forscher gezeigt, dass das liniare Schwinden der Strassengründe 5% nicht überschreiten darf. Nach Angaben von Terzaghi beträgt der maximale Kapillardruck in Gründen bei deren grösster Verdichtung 200—300 kg/cm². Derselbe Forscher weist darauf hin, dass das sich in kleineren als 1/1000 mm Kapillaren befindende Wasser einen so starken Viskositätsgrad besitzt, und folglich eine so grosse Oberflächenspannung, dass es bei der Temperatur von 100°C nicht verdunstet; hierdurch erklärt es sich, dass der Ton mit vorschreitendem Trocknen immer zäher wird und nicht in Pulver zerfällt.

Die Aufmerksamkeit der Gelehrten wurde auch darauf gelenkt, dass die beim Schwinden des Grundes beobachtete Befreiung von den Spuren Wassers in den feinsten Kapillaren bedeutend eher erscheint, als das Gerinnen des Grundes (M. M. Filatov), welches bei der Temperatur von 700—800°C eintritt. Das Nichtzerfallen des Tones zu Pulver beim Trocknen ist die Folge seiner kolloidalen Natur, welche das Zusammenkleben der einzelnen Teile bedingt; letzteres tritt nach dem Verschwinden des Wasserfilms infolge der starken Austrocknung ein.

Zugleich wurde folgendes bestätigt: 1) die Fähigkeit der, einen grösseren Aufquellungskoeffizienten besitzenden Gründe, beim Eintrocknen Risse zu bilden und 2) dass bei liniarer Schwindung nicht über 4,5—7%, die vom Standpunkte des Strassenbaus günstigen Eigenschaften der Gründe beobachtet werden (Andrejev); lehmige Abarten charakterisieren sich gewöhnlich durch die untere Grenze der Setzung, die tonigen — durch die obere Grenze.

Wir beschränken uns mit der obenangegebenen Charakteristik der Hauptrichtungen der physikalisch-mechanischen Boden- und Grunduntersuchung und gehen jetzt zu der letzten Gruppe der Strassenbau-Bodengrundarbeiten über, welche den technologischen Abschnitt der Lehre von den Strassenbaugründen bilden.

IV. Physikalisch-chemische und technologische Einwirkungen auf den Grund des Strassendammes

Der für die Herstellung des Strassendammes geeignetste Grund ist der Grund, der die grösste Kompaktheit besitzt; d. h. der in einer Volumeneinheit die maximale Menge Stoffes enthält und folglich die minimale Porosität aufweist und der sich gleichzeitig durch zementierende Eigenschaften und eine günstige granulometrische Zusammensetzung charakterisiert, welche zusammen dessen genügende mechanische Standfestigkeit bedingen.

Doch solche Gründe werden in der Natur nur selten angetroffen; viel öfter sehen wir, dass gleichzeitig mit den oder jenen günstigen Eigenschaften immer andere vom Standpunkte des Strassenbaus mehr oder weniger ungünstige vorhanden sind. Daher kann man bei der Bewertung der natürlichen Böden und Gründe vom Standpunkte des Strassenbaus nur von einzelnen Eigenschaften sprechen, welche die oder jene optimale Bedeutung haben. So kann, z. B. der Grund eine optimale granulometrische Zusammensetzung besitzen, die ihm die maximale mechanische Standhaftigkeit verleiht, doch gleichzeitig kann die in ihm vorhandene Menge der zementierenden Stoffe so gering sein, dass letztere diesem Grunde eine genügende Widerstandskraft z. B. gegen Aufweichen u. dgl. nicht sichern können.

Diese Tatsache hat schon längst die Strassenbauingenieure dazu bewogen zu künstlichen Beimischungen bei den natürlichen Gründen zu greifen, um in letzteren einige optimale Eigenschaften zu schaffen.

Doch die Zahl solcher Einwirkungsweisen war noch vor kurzem sehr beschränkt; man begnügte sich fast ausschliesslich mit der Befestigung schwacher Gründe durch granulometrische Zugaben (Beimischung von Sand zu tonigen Gründen, von Ton zu sandigen, Beimischung von Kies zu beiden), die ganz unbedeutenden Versuche in lockere Grunde bindende Mittel einzuführen nicht zu erwähnen. Ausserdem wurde die Befestigung der Gründe mittels solcher Verfahren als eine rein mechanische Zusammenmischung betrachtet, die von keinen tieferen Prozessen begleitet wird.

In letzter Zeit haben sich die Anschauungen auf diesem Gebiete schroff verändert unter dem Einfluss der von Akad. K. K. Gedroiz gemachten Entdeckung; dieser Gelehrte hat festgestellt, dass in Böden und Gründen der kolloidale (oder ein diesen nahe stehender) Teil als

sogenannter adsorbierender Komplex vorhanden ist. Die unter der Leitung von Prof. M. M. Filatov im Wissensch. Forschungsinstitut für Autostrassentransport (GIAT in Moskau) ausgeführten Arbeiten haben gezeigt, dass viele vom Standpunkte des Strassenbaus negative Eigenschaften der Gründe, wie z. B. Aufquellen, Klebrigkeit, Plastizität, Schmutzbildung, Aufweichen, Setzen u. a. durch diesen hoch-dispersen Teil bedingt werden. Gleichzeitig aber wurde es auch festgestellt, dass durch Einwirken auf diesen aktiven Teil des Grundes mittels verschiedener Verfahren man diesem ganz neue Eigenschaften verleihen kann, oft gute vom Standpunkte des Strassenbaus. Von diesem Momente ab wird der Grund nicht mehr bloss als Grundlage der Strasse betrachtet, sondern als ein Material für die Herstellung der Fahrbahndecke, den man verschiedenerweise befestigen kann.

Die Untersuchungen zur Erforschung der Verfahren zur Einwirkung auf den hoch-dispersen Teil der Gründe werden heute in der UdSSR in mehreren Richtungen hin geführt, davon seien erwähnt:

1. Ergründung des Verhältnisses der Gründe zu den granulometrischen Zugaben;
2. Physikalisch-chemische Einwirkung auf die Gründe;
3. Erforschung des Einflusses der technologischen Prozesse.

I. Verhältnis der Gründe zu den granulometrischen Zugaben. Unter granulometrischen Zugaben versteht man bekanntlich das Einführen in den Grund verschiedener mechanischer Fraktionen, auf Grund des Prinzips, dass am standhaftesten, in bezug auf mechanische Eigenschaften, jener Strassengrund ist, der die grösste Kompaktheit besitzt. Die Frage von den optimalen Grundmischungen, die nach diesem Prinzip zusammengesetzt sind, ist eingehend von V. V. Okhotin, Prof. Zaslavsky, Ing. Praschkov, Prof. N. N. Ivanov u. a. erörtert worden. Auch in der ausländischen Literatur haben wir zahlreiche Angaben hierüber

Doch nirgends werden jene Prozesse in Rücksicht genommen, welche in den Gründen beim Einführen granulometrischer Zugaben entstehen und sich unter der Wirkung der Adsoption der festen Körper entfalten. Dies macht die in diesen Arbeiten dargelegte mechanische Theorie der optimalen Mischungen — einseitig und setzt sie in Grenzen, welche die technischen Möglichkeiten der Befestigung der Gründe auf dieses eine Verfahren beschränken. Dies beruht darauf, dass die Anwesenheit im Boden der dispersen Phase in Form von tonigen Suspensionen und humoser Kolloidstoffe, die fähig sind sich um grössere Teilchen zu adsorbieren oder sich zu koagulieren, (Versuche von Akad. W. R. Williams, Dumont, Schlesing u, a.) nicht genügend beobachtet wird.

Hieraus folgt, dass die mechanische Theorie der optimalen Mischungen, durch das Ausschliessen aus ihrem Gesichtspunkte der Erscheinungen der physikalischen Adsorption alle Möglichkeiten nicht vorauszusehen vermag, die durch die granulometrischen Zugaben erreicht werden können,

im Sinne der Erzielung der oder jener Effekte bei der Befestigung der Gründe. Und in der Tat, infolge der Erforschung der optimalen Strassenbaumaterialmischungen, als einfacher mechanischer Gemische blieb z. B. ganz unbeachtet die Frage von der Möglichkeit der Erhöhung des Wirkungseffektes der Zugaben auf Kosten der Verstärkung im Grunde der positiven Adsorption. Es können keine Zweifel darüber bestehen, dass unter dem Einflusse der Adsorptionstheorie der granulometrischen Zugaben, die heute von uns anempfohlen wird[1], — die Methodik der Befestigung der Gründe in der Fahrbahndecke mittels granulometrischer Zugaben, präzisiert und in gewissen Teilen sogar gründlich umgearbeitet werden muss.

Letzteres folgt aus dem Wesen selbst der ebengenannten Theorie, laut welcher der maximale Effekt der granulometrischen Zugaben in den Grund unter Bedingung der Erreichung nicht nur dessen maximaler Kompaktheit, sondern auch bei gleichzeitiger vollkommener Ausnutzung des Adsorptionsvermögens der zusammengemischten Gründe erreicht werden kann.

Wir denken also, dass nicht nur die tonigen Fraktionen, welche das Skelett und die staubigen Teilchen in ein gewisses Ganzes verbinden, sondern auch die Adsorptionskräfte (sowie die der Wechselkoagulation der Kolloide), welche durch die Oberflächenenergie hervorgerufen werden, die Zementierungsressourcen in den optimalen granulometrischen Mischungen bilden. Diese Kräfte können in verschiedenen Richtungen kontrolliert werden, wie es die Dispersoidologie lehrt, und können also bei den Berechnungen der optimalen Mischungen ausgenützt werden.

Auf Grund der Angaben des Instituts „Giat" (Moskau) kann man die preliminäre Annahme aussprechen, dass bei der Befestigung der Strassenbekleidung durch granulometrische Zugaben, die Menge der Tonfraktion im Falle der Gründe mit hohem Adsorptionsvermögen (d. h. physikalischer Adsorption) z. B. der Tschernozeme, ungefähr um 25—30% in Vergleich zu der theoretischen Optimalmischung (M. M. Filatov u. a.) herabgedrückt werden muss. Und entgegengesetzt, kann diese Fraktion bei niedrigerer Adsorption bedeutend vergrössert werden. Man sieht, dass solcher Ausgleich eine Korrektur der optimalen Mischung (theoretisch berechneter) auf die Adsorptionskraft vorstellt.

2. Physikalisch-chemische Einwirkung auf den Grund. Bei physikalisch-chemischer Einwirkung, die in der Einfürung in den Grund kolloidaler Stoffe bindender Art besteht, tritt der Charakter des Grundes als einer Strassendammbekleidung besonderer Art am deutlichsten hervor. Noch vor kurzem wurde die Behandlung der Gründe

---

[1] Prof. M. M. Filatov. Hauptrichtungen der Erforschung der Gründe des Strassendammbekleidung befestigter Art. Bericht der Allunions Konferenz über Fragen des Strassenbauwesens. 1932.

mit bindenden Mitteln nicht als ein, mit physikalischen und physikalisch-chemischen Erscheinungen verbundener Prozess angesehen. So wurde z. B. in der Strassenbautechnik die bei der Behandlung der Gründe mit bindenden Mitteln beobachtete Adsorption gar nicht in Betracht genommen, kein Wert wurde gelegt auf die Bedeutung der koagulierenden Wirkung, einiger Bodenbestandteile auf die bindenden Mittel, welche eine entgegengesetzte elektrische Ladung führen oder erhalten.

Die Einbürgerung der Anschauungen der ebengenannten Richtung im Strassenbauwesen war die Folge der erwähnten Vorstellung von dem Boden-Grunde, als von einem dispersen System mit kolloidalen Bruchteilen, die auf seinen Charakter als Strassenbaumaterials einen wesentlichen Einfluss haben.

In einer Reihe von Strassenbau-Forschungsorganisationen der Union werden heute intensive Arbeiten ausgeführt auf dem Gebiete der Behandlung der Gründe mit bindenden Mitteln.

Besonders interessant sind darunter die Arbeiten welche die Feststellung des Verhaltens der Böden und Gründe zu verschieden bituminösen Stoffen zu ihrem Ziele haben. Diese Stoffe werden bekanntlich im Strassenbau bei der Herstellung der Strassendecke vervollkommneterer Art angewandt, doch blieben sie fast gar nicht erforscht in bezug auf ihre Wirkung auf lockere Gründe.

Durch die Arbeiten, welche hauptsächlich in Leningrad (Prof. P. A. Zemiatschensky, Ing. Janowsky u. a.) und Moskau (Prof. M. M. Filatov, Chemiker Smirnov) in Instituten des Autostrassentransports ausgeführt werden[1], ist es festgestellt worden, dass das Bituminieren der Gründe ihre Wasserkapazität und das Aufquellungsvermögen bedeutenderweise niederdrückt, das Aufweichen beseitigt, die Viskosität und eine gewisse Elastizität verleiht; letztere drückt sich durch das Erscheinen einer elastischen Deformation aus, die in den nicht bituminierten Gründen fast gar nicht beobachtet wird.

Zugleich wurde es festgestellt (M. M. Filatov, N. M. Smirnov, P. F. Melnikov), dass bei der Bituminierung der humusreichen (über 6—8%) Tschernozeme mit „Strassenteer" (№ 1) eine elastische Decke erhalten wird, was durch zweierlei Ursachen hervorgerufen wird: erstens — bilden offenbar das Bitumen und der Bodenhumus unter dem Einfluss der gegenseitigen Koagulierung und der Adsorption einiger Stoffe der Bodenlösung, eine Art „adsorptiver Verbindung" mit elastischen Eigenschaften, zweitens—wie die vom Bodenkundler B. W. Tolstopjatov (Moskau, GIAT) ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen gezeigt

---

[1] W. K. Janowsky. Verhalten bituminöser Stoffe zu verschiedenen Gründen und Steinen, 1929.

Prof. M. M. Filatov und N. M. Smirnov. Laboratoriumsversuche mit Verbessern des Tschernozems als Strassenbaumaterials durch Bituminierung.

Prof. M. M. Filatov. Die Strassenbaugründekunde.

haben — verteilen sich die bituminösen Stoffe in tonigen Gründen als ein feines Netz (man sieht es an den Schnitten); dieses Netz bildet sich infolge des Umhüllens der feinsten zwischen den gröberen Grundelementen sich befindenden Tonteilchen durch die bituminösen Stoffe (Adsorption), und verschliesst die in den Zwischenräumen zwischen diesen gröberen Grundteilchen vorhandene Luft; hierdurch wird eine spezielle Pufferungskraft (Elastizität) geschaffen, wie im Luftkompressor.

Die von P. F. Melnikov ausgeführten Untersuchungen haben auch gezeigt, dass das Verhalten der Gründe zum Bituminieren variiert je nach der Art der Bodenbildung, dem Charakter des Bitumens, dessen Einführungsweise u. dgl. m.

Und endlich seien die in der UdSSR geführten Versuche mit der Anwendung bituminöser Emulsionen und der sogenannten Verflüssigten Bitumen erwähnt. Diese Versuche haben bewiesen, dass man zur Befestigung der Böden und Gründe mittels dieses Verfahrens unbedingt solche Emulsionen und verflüssigte bituminöse Materialien zur Verfügung haben muss, die ihre Struktur im Laufe ihres Eindringens in den Grund bewahren (M. M. Filatov, P. F. Melnikov, B. B. Tolstopjatov u. a.). Diese Aufgabe ist schwer zu lösen, da die Gründe eine grosse Oberflächenenergie und eine mit dieser verbundene Adsorption besitzen, welche einen schnellen Zerfall der Emulsion bei der Berührung mit Gründen hervorruft.

Parallel mit den Untersuchungen, welche die Aufklärung des Verhaltens der Böden und Grundböden zu bindenden Mitteln der Art der organischen Kolloide (bituminöse Stoffe u. a.), zum Ziel haben, sind in allerletzter Zeit Arbeiten ausgeführt worden mit Anwendung einiger anorganischen Kolloide. Es wurden untersucht: das Natriumsilikat und das Eisenhydrosol, welche in verschiedenartige Grundböden in verschiedenen Konzentrationen und Mengen eingeführt wurden (Arbeiten von B. M. Grodnitzkaja, W. M. Bezruk, Pusanova u. a.).

Durch diese Untersuchungen wurde es festgestellt, dass der Grund mit grossem Gehalt an hoch-dispersem Teil (besonders humatem) und der fähig ist seine Basen aufs Natrium auszutauschen, mit dem Silikat eine Masse bildet, die ihre Festigkeit nur in trockenem Zustande bewahrt. Bei Berührung mit Wasser weicht solcher prosilikatierter Grund schnell auf, bildet einen zähen Schmutz und gibt den grössten Teil der Silikate wieder ab [1]. Dagegen können die sandigen Gründe und die optimalen Mischungen (ohne Humus) ziemlich leicht silikatiert werden und bilden eine in Wasser nicht aufweichende Masse. Doch eine vollständige Zementierung tritt in diesem Falle nicht sofort ein, sondern in einiger Zeit, manchmal nach Verlauf eines Jahres und sogar mehr.

---

[1] B. M. Grodnitzkaja. Das Silikatieren und die Kalkung der Tschernozeme. J. Strasse und Automobil, № 5 — 6, 1931.

Die Behandlung der leichten Gründe mit Eisenhydrosolen, zwecks Herstellung sandsteinartiger Strassenbekleidungen, hat noch keine praktische Resultate geliefert; doch kann die Möglichkeit der Zementierung der Gründe mittels dieses Verfahrens theoretisch ziemlich einfach begründet werden und in der Natur wird sie durch das Existieren sogenannter Ortsandbildungen der Art der festen Sandsteine bestätigt[1].

Laboratoriumsuntersuchungen mit silikatierten und den mit eisenbereicherten Gründen haben gezeigt, dass die Anwendung anorganischer Kolloide als bindender Mittel im Gegensatz zum Bituminieren, zur Bildung von festen Strassendecken führt, welche keine Pufferungskraft aufweisen, die, wie gesagt, besonders für die bituminierten Tschernozeme charakteristisch ist.

Es kann zugleich als bewiesen gelten, dass eine ganze Reihe von Böden, in Fahrbahnbedingungen, aus der Zahl der zum Silikatieren geeigneten gestrichen werden müssen. Dazu gehören z. B. die Tschernozeme, die degradierten Böden der Wald-Steppe und die Solonets (Alkaliböden) (Grodnitzkaja, Andrejev).

Die allerletzten Versuche, die hauptsächlich in Leningrad (ZIAT) ausgeführt worden sind, weisen auf die Möglichkeit der Wechselwirkung der Gründe und der Mischungen organischer und anorganischer Kolloide (z. B. Silikat-Bitumen u. dgl.). In diesem Falle ist die Reaktion der Ober- und Unterböden ziemlich kompliziert und vielfältig, sie bilden dabei manchmal unter Wasser vollkommen beständige Massen, elastische und gut druckwiderstandsfähige (d. h. sehr dauerhafte).

3. Verhalten der Gründe zu einigen technologischen Prozessen. Von nicht geringerem praktischem und theoretischem Interesse als die aufgezählten Untersuchungen, sind die Arbeiten, welche der Aufklärung des Verhaltens der Böden und Gründe zu solchen Faktoren gewidmet sind, wie z. B. die hohe Temperatur und die Einwirkung von Zementen, welche technologische Änderungen in diesen Böden hervorrufen.

Auf diesem Gebiet der Ausnutzung der Oberböden und Grundböden zu Strassenbauzwecken sei es auf folgende Untersuchungen gewiesen: a) Brennen der Böden und b) Behandlung der Böden mit einfachem und hydraulischem Kalk.

Auf Grund der Versuche, die von den Strassenbau-Untersuchungsanstalten in Leningrad und Moskau, sowie auch in anderen Orten mit dem Brennen der tonigen Böden in den aus Materialien des Strassendammes aufgebauten Öfen[2] ausgeführt sind, kann man nachstehende Folgerungen machen:

---

[1] W. M. Bezruk. J. Strasse u. Automobil, 1931.

[2] Prof, M. M. Filatov. Verbesserung der tonigen Strassen mittels Brennen, 1928. Prof. P. A. Zemiatschensky. Methoden und Anweisungen zu Bodenuntersuchungen zu Zwecken des Strassenbaus, 1928.

1. Beim Brennen wird der hoch-disperse Teil des Grundes zerstört, wobei er in eine Masse gerinnt, welche die Bindigkeit eines schwachen Ziegelsteins besitzt.

2. Zugleich verliert der Grund mehr als auf 50% seine Fähigkeit anzuschwellen nnd seine maximale Hydroskopizität fällt auf 80—90% und sogar mehr.

3. Das Wasserhaltungsvermögen der lockeren, angebrannten Masse wird bedeutend geringer, wobei diese jegliche Plastizität verliert (unter 7 nach Atterberg).

4. Die beim Brennen eingebüssten Eigenschaften werden nicht wiedergewonnen, sogar nach Verlauf mehrerer Jahre.

5. Eignen sich gut zum Brennen: der Horizont A_1 der schwachpodzolierten tonigen Böden, der Horizont B und alle sogenannten Decktonböden (Quartär).

Wir sehen somit, dass das ebengenannte technologische Verfahren eine Grundveränderung der allerungünstigsten Eigenschaften der tonigen Grundböden zur gewünschter für den Strassendamm Seite bildet. Doch ist es gleichzeitig festgestellt worden, dass eine ganze Reihe von Böden, wie z. B. die tschernozemartigen, die alkalischen, die Podzole (Horizont A_2), der Loess und viele andere, im gewöhnlichen Ofen nicht gebrannt werden können.

Zu dieser Gruppe der technologischen Einwirkungsverfahren gehört auch das Zementieren der Gründe mit Kalklösungen.

Auf Grund der Arbeiten von B. M. Grodnitzkaja, A. I. Ipatova und V. K. Janowsky kann man in Hinsicht der Befestigung der Gründe mittels dieses Verfahrens folgendes sagen:

1. Die Kalkung der Gründe mit Ätzkalk vermindert ihre Plastizität, Viskosität und ihr Aufweichungsvermögen.

2. Der zeitliche Druckwiderstand wächst bei tonigen Tschernozemen, die mit frischgelöschtem und hydraulischem Kalk behandelt wurden, nur mit der Zeit an; in dieser Hinsicht besteht eine gewisse Analogie mit dem Festwerden der Kalklösung.

3. In leichten Böden mit bedeutender Staubfraktion wächst der Druckwiderstand nicht an; doch verlieren solche Böden ihre Viskosität und ihre Fähigkeit schnell aufzuweichen.

Die angeführten Angaben über die Kalkung der tonigen Gründe berechtigen uns positive Resultate auf diesem Gebiete der Strassengrundbefestingung zu erwarten.

Die Strassendecken, die beim Brennen und der Zementierung der Gründe mittels Kalklösungen erhalten werden, stehen ihren mechanischen Eigenschaften und der technischen Anwendung der Schotter-Chaussestrassentype nahe.

4. Einige allgemeine Folgeschlüsse. Wen wir die Entfaltung der Arbeit auf dem Gebiet der Bodenuntersuchung vom Standpunkte des Strassenbaus, bis auf unsere Tage betrachten werden, so werden wir vor allem zwei Entwickelungsperioden unterscheiden: die Anfangsperiode, wo die Bodenuntersuchungen fast ausschliesslich als Untersuchungen des Basis der Fahrbahn geführt wurden und die laufende Periode, wo man dem Schlagwort „Grund als Strassendecke" folgt. Letzterer Richtung wird in unserer Union eine besonders grosse Bedeutung beigemessen, was einerseits durch die Bedingungen des sozialistischen Aufbaus bedingt wird, andererseits durch die Notwendigkeit der Ausnützung der in der gegebenen Gegend vorhandenen Materialien, wo keine Steine zu finden sind.

In der ersten Periode wurden die Böden hauptsächlich als mechanische Systeme ohne Zusammenhang mit ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften und den Prozessen, die in der Bodendecke der Auswitterungserdkruste vor sich gehen, betrachtet. Diese Richtung hat schliesslich zu den Arbeiten von Terzaghi geführt, der eine wissenschaftliche Konzeption geschaffen hat, die heute als Mechanik der Gründe bezeichnet wird.

Diese letztere begründet theoretisch jene Verfahren, mittels welcher der Grund in bezug auf die in ihm unter Einwirkung mechanischer Kräfte stattfindenden Deformationen, doch hauptsächlich als Grundlage für technische Bauten, bewertet werden kann.

In der zweiten Periode wird eine naturwissenschaftliche Basis der Untersuchung der Gründe vom Standpunkte des Strassenbaus gegeben; es werden dabei die Angaben und die Methoden der Bodenkunde verwendet, die Böden werden vor allem als gewachsene Körper betrachtet mit Berücksichtigung der in Böden vor sich gehenden genetischen Prozesse — der Dynamik und der Evolution. Diese Richtung hat, wie anfangs gesagt, in ihrem naturwissenschaftlichem Teile zu der Ausarbeitung einer originellen Feld- und Laboratoriumsmethodik der Bodenuntersuchung vom Standpunkte des Strassenbaus geführt. Auf dem Gebiete der Strassengrundbefestigung hat sie eine Reihe von Grundmeliorationsverfahren der Einwirkung auf den hoch-dispersen Teil ins Leben gerufen, von denen die Qualität letzterer als Strassenmateriale abhängt.

Es muss die grosse Bedeutung welche der hoch-disperse (kolloidale) Teil der Bodenbildungen bei deren Verwertung als Strassenbaumaterialien gewinnt, erwähnt werden. Noch vor kurzem wurde diesen Faktoren die ihm zukommende Bedeutung nicht beigemessen und viele Prozesse, die im Boden unter dem Einfuss der Oberfächenenergie vor sich gehen, wurden fast gänzlich durch die Änderungen der Grösse der kapillarischen Spannung oder durch die rein elastischen Erweiterungen erklärt (z. B. Terzaghi, in tonigen Systemen), die nach der Beseitigung dieser Spannung eintreten. Die Untersuchung des Kolloidteils der Böden

hat eine neue Richtung in der Erforschung der Strassengrundbefestigung zu Tage gefördert. Diese letztere hat sich so produktiv erwiesen, dass trotz der Kürze der Zeit es möglich wurde die Hauptrichtungen des weiteren Studiums der aus Gründen mit befestigtem dispersem Teile hergestellten Strassendecken anzudeuten.

Infolge der Aufdeckung der Fähigkeit der Böden, in physikalisch-chemische Wechselbeziehungen mit den bindenden Stoffen zu treten und sich der technologischen Umarbeitung anzupassen, werden sie nicht mehr bloss als eine Unterlage des Strassendamms betrachtet und werden nun als reichstes Material zu Strassenbekleidungen verschiedener Art angesehen: lockerer, elastischer und steifer, je nach der Art der erlittenen Behandlung.

Hiermit schliessen wir unsere Übersicht der hauptsächlichsten Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Strassenbau-Bodenkunde, doch möchten wir den Brief von K. Terzaghi erwähnen, der im Journal „Public Roads" veröffentlicht wurde, auf Anlass des Ersten Internationalen Kongresses der Bodenkundler im Jahre 1927 in Washington. Auf diesem Kongress wurde einige Aufmerksamkeit den Fragen der Bodenkunde vom Standpunkt des Strassenbaus gewidmet. In seinem Briefe weist Terzaghi darauf hin, dass die ausländischen Ingenieure (die amerikanischen — speziell) nur wenig Bedeutung den morphologisch-genetischen Eigenschaften des Bodens beimessen, „da sie meinen, dass der Zustand der Strassen hauptsächlich von den mechanischen Eigenschaften des Bodens abhängt." Der Erfolg der Herstellung des Strassendammes aber, wenn er auf der Bodenoberfläche läuft, hängt, wie Terzaghi sagt, noch von den Wasser-Bodenbedingungen ab, die durch speziell angestellte Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen erforscht werden müssen.

Terzaghi erwähnt ausserdem, dass im Auslande bei Errichtung der Strassen noch keine Felduntersuchungen bei Vorbereitungsarbeiten vorgenommen würden, „während die russischen Gelehrten in dieser Richtung bereits arbeiten"; er weist noch darauf hin, dass „die Strassenbauingenieure in engster Mitarbeiterschaft mit den Bodenkundlern" jetzt auf den Weg der Anwendung der Errungenschaften der Bodenkunde im Strassenbauwesen treten; „daher ist ein gründliches Studium der Bodenuntersuchungen vom Standpunkte des Strassenbauwesens sehr zu wünschen." Und endlich lautet einer der Hauptschlüsse des Briefes: „Unter den anderen Abschnitten der Bodenkunde sind folgende aufs engste mit dem Strassenbauwesen verbunden: die Genesis der Böden, die Morphologie und die Methoden der bodenkundlichen Aufnahme."

Aus allem Obendargelegtem sehen wir, dass der in diesem Briefe von Terzaghi ausgedrückte Hauptgedanke bei uns zur Ausbildung eines ganzen naturwissenschaftlichen Abschnitts der Strassenbau-Bodenkunde geführt hat, und dass auf der Basis der Lehre von dem absorbierenden Bodenkomplexe eine ganz neue Methodologie der Grundbefestigung der

Böden mittels physikalisch-chemischer Verfahren und technologischer Prozesse entstanden ist.

Heute können wir mit grosser Genugtuung den kolossalen produktiven Wert der wissenschaftlichen Errungenschaften der Bodenkunde annotieren. Nur auf der Grundlage dieser Disziplin konnte die Lehre von den Gründen eine so energische Entwicklung in der vom heutigen Leben erforderlichen Richtung erfahren.

Auf dem Grunde der ingenieur-technischen Wissenssysteme aufgewachsen, bekommt die Strassenbau-Bodenkunde erst jetzt das ihr eigene Wesen, denn früher, wo sie ausser dem Bereiche der naturwissenschaftlichen Vorstellung von den Ober- und Unterböden gestellt wurde, war sie methodologisch gänzlich von der genetischen Bodenkunde abgetrennt. Dem Ingenieur war die Methodik der Bodenkunde nicht bekannt und den Bodenkundler interessierte der Boden nur als solcher und nicht vom Standpunkte des Bauwesens. Diese Anschauung ist heute bei uns in der UdSSR schon überschritten. Wir können daher mit Sicherheit erwarten, dass es unseren Spezialisten der beiden Richtungen gelingen wird, in der allernächsten Zeit unsere Verkehrsstrassenwirtschaft in Einklang mit den anderen Zweigen der Ökonomik unseres Landes zu bringen.

---

6. ÜBER DIE LEIDEN DER ZWEITEN REISAUSSAATEN NACH REIS.

Auf der Konferenz der Sowjet-Sektion der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Moskau am 21 November 1931, hat der Vertreter des „Plawstroi" (Meliorierungsanstalt der Asowschen und Kubanplawni) Prof. N. A. Witte die folgende Mitteilung gemacht.

Zum Ende des zweiten Fünfjahrs muss die mit Reis bestellte Fläche über 1 Million Hektar einnehmen. Wenn man den Kostenaufwand für die Einrichtung der Bewässerungssysteme und die Nutzbarmachung der Böden für die Reiskultivierung als nicht weniger als 1000 Rubel pro ha annimmt, so werden die Gesamtausgaben zirka 1 Milliard Rubel betragen.

Die für die Reiskultur bestimmten Flächen werden hauptsächlich in den neuen Rayons und vorzugsweise in den Unterländern der grossen Flüsse gewählt.

Die Reisfelder in den Unterländern des Flusses Kuban sollen nach dem Meliorations-Schema des „Plawstroi" netto 100.000 Hektar zählen.

Die Versuchsreisaussaaten, die auf tiefliegenden „Plawni" (Stromniederungsböden) — Plawni-Wiesen, Wiesen-Moor und Plawni-Moorböden — ausgeführt wurden, haben im ersten Jahre ausserordentlich hohe Erträge, bis auf 60 Znt/ha, ergeben. Im zweiten Jahr wurde auf denselben Feldern eine beträchtliche Verlichtung der Aufkeimung betrachtet, manchmal sogar gingen die ausgesäten Samen gar nicht auf. Es wurde bei diesen Versuchen die amerikanische Kultivierungsmethode angewandt, d. h. Aussäen, mit Sähmaschine, der trockenen Samen in trockenen Boden mit nachfolgender Überschwemmung mit Wasser — 15 cm hoch — zur Vorbeugung der Entwickelung der Unkräuter (*Panicum Crus* Galli). Überhaupt hat die von uns angewandte Reiskultur mit einem bis zur Milchreife dauerndem Wasserüberschwemmen die Unkräuterbekämpfung zum Ziele gehabt. Auf die Feldschläge, wo die Samen der Frühlingsaussaat umgekommen waren, wurden Reissprösslinge ausgepflanzt, die ehr gut gediehen und einen ausgezeichneten Ertrag lieferten. Die licht sufgekommenen Samen der Frühlingssaat haben sich ebenfalls normal

entwickelt, man kann wohl denken, dass nur die zufällig von der Sähmaschine nicht bedeckten Samen aufgekommen sind.

Die auf der Plawnimeliorations-Versuchsstation während des zweiten Teils der Vegetationsperiode angestellten Versuche haben gezeigt, dass überall wo das Aussäen mit Samenbedecken angewandt wurde, die Samen fast gar nicht aufkamen, weder ohne Dünger, noch mit Schwefel, Kalk- und Gipsdüngung. Da wo die Aussaat ins Wasser, auf überschwemmte Bodenoberfläche ohne Samenüberschüttung ausgeführt wurde, wurden normale, dichte Saaten beobachtet.

Gleichzeitig mit den Feldversuchen wurden auch Topf- und Laboratoriumsversuche angestellt zum Studium der Aufkeimung der Reissamen; diese Versuche haben bewiesen, dass das Nichtaufkeimen der Samen durch die sich in den überschwemmten Plawniböden bildenden anaeroben Verhältnisse erklärt werden.

In diesen an organischen Verbindungen und Sesquioxyden reichen Böden bilden sich in der Sumpfperiode der Reiskultur Oxydulverbindungen, welche im folgenden Jahr den in dem Irrigationswasser aufgelösten Sauerstoff auffangen. Es ist wohl möglich, dass zugleich mit der Bildung der Oxydulverbindungen sich im Boden die ungünstig wirkende Mikroflora entwickelt.

Die chemischen Analysen, die zwecks Aufklärung des Unterschieds zwischen den Böden auf denen der Reis umgekommen ist und auf denen wo er sich üppig entwickelt hat, haben sich widersprechende Angaben über die Menge der Eisenoxydulverbindungen ergeben, d. h. es wurden sowohl bedeutende, als auch ganz nichtige Mengen der Eisenoxydulverbindungen festgestellt, wie beim Umkommen der Reispflanzen, so auch bei dessen gutem Gedeihen. Man kann bei der Reiskultur eine Dynamik des Versumpfungsprozesses voraussehen, in Form eines alljährlichen Anwachsens der Menge der Oxydulverbindungen, bis zum Eintreten einer direkten toxischen Wirkung dieser Verbindungen auf die sich entwickelnden Pflanzen. Als Beispiel dafür sei es auf die Aussaat des Jahres 1930 auf der Malo-Kabardinskischen Reissowjetwirtschaft gewiesen, wo der Reis auf einem Massiv von über 40 ha umgekommen ist. Diese Fläche ist im Jahre 1927 trockengelegtes Moor gewesen, im Jahre 1930 sind bei periodischem Begiessen gute Erträge erzielt worden. Als die aufkommenden Saaten mit Wasser überflutet wurden — kamen diese gänzlich um.

In den Reis anbauenden Ländern, wie Japan und Nord-Amerika, ist diese Erscheinung wohl gut bekannt und gut erforscht, und man kann wohl darauf rechnen, dass die an die VI. Kommission der I. B. G. gestellte Frage eine Antwort finden wird, sowohl in Hinsicht des Wesens selbst der beschriebenen Erscheinung, als auch in Bezug auf die Methoden der allseitigen Erforschung des Versumpfungsprozesses und dessen Dynamik.

---

7. THE ALL-UNION SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE FOR HYDROTECHNICS AND AMELIORATION [1]

(Moscow, 8)

The All-Union Scientific-Research Institute for Hydrotechnics and Amelioration conducts scientific-research work on essential questions of hydrotechnical and meliorative building, and besides, has for its problem to plan and methodically lead the work of scientific-research institutions concerning problems of hydrotechnics and amelioration in the system of the Union Narkomsem (People's commissariat for Agric.).

The following scientific-research Institutions are united in the All-Union Institute, relatively to scientific methodology and plan: the Middle-Asia Institute for Irrigatory Erections (Tashkent), the irrigation sector of the Middle-Asia scientific-research Cotton-plant-Institute, the Ukraine Institute for Hydrotechnics and Amelioration (Odessa), the Transcaucasian Scientific-Research Institute of the Water-Economy (Tiflis), the White Russia drainage sector of the All-Union Swamp Institute (Minsk), the North-Caucasus zonal Station (Novocherkassk), the North-Western zonal Station (Leningrad), and the Western zonal Station (Smolensk), the hydrotechnical sector of the Institute for irrigated Agriculture (Samara). The following are the essential problems, requiring to be solved by the All-Union Institute for Hydrotechnics and Amelioration.

1. The elaboration of methods and norms for research, projects and constructing of irrigatory and drainage systems for specialized sovhoses and colhoses (soviet and collective farms): those cotton, rice, of new bast cultnre, horticultural and for growing vegetables, for cattle-breeding, grain-sovhoses and others.

2. The elaboration of methods for reconstructing the existing indigenous irrigational systems at the transition to mechanical treatment in large-scale sovhoses and colhoses.

3. The study of new methods of irrigation, test and selection of types, and the reconstruction of rain gauges (pluviometers) with the checking of their effect under economic conditions. Test of different methods of underground irrigation under economic and laboratory conditions.

4. Problems of the mechanization of the constructive hydromeliorative works; those earth digging first of all (establishmeut of rational types and the introduction of constructive modifications into machines for the execution of earth digging work, beginning with coupled implements and up to excavators inclusively).

---

[1] There are stated below short sketches about scientific-research institutions working in the USSR at problems of the VIth Commission of the International Association of soil science — i. e. at the application of soil scieuce to hydrotechnics, to amelioration, to the swamp and peat business, as well as to the public-road making.

The information given is far from being complete, Those of the institutes and their branches are but cited, which have a leading rôle in the business, without touching upon the great net-work of scientific institutions, working in this or other degree at questions we are interested in, such as the Institute of Water-economics (Ukraine) the Institute for Cotton-Plant (Middle-Asia, Transcaucasus) and others.

5. Elaboration of standards for hydrotechnical erections on irrigatory and drainage systems, generalization of existing materials, their laboratory test and the publishing of albums of typical erections.

6. Study, checking aud establishment of the essential coefficients and computed data of large hydrotechnical erections, laboratory and field tests of models of separate buildings.

7. Participation at the solving of separate, most important problems of national economy (Ural-Kuznetsk combinate, Vakhsh, Chu, Terek, Ili, the Kura-Araks problem and others).

8. Technical exploitation of the irrigation systems and problems of the organization of a working service, partially, the elaboration of the question concerning the transition of irrigation systems on to a business line.

9. Irrigation and water-supply in Soviet and collective farms.

10. Collecting and elaboration of materials for the ascertaining and the valueing of land resources, requiring to be meliorated, establishment of the irrigatory capacity of rivers and the drawing up, of conforming maps. Participation in the work of the planning of water economy.

11. The publishing of reference-books, manuals and popular literature concerning questions of the hydrotechnics and amelioration, and the working out of instructions for the research and projects of water-meliorative systems.

12. Preparation of aspirants (60 aspirants are being prepared for scientifico-pedagogical work) and the requalification of scientific workers.

13. Study of the experience acquired abroad.

14. Application of all achievements to production, mass work and technical propaganda.

The following laboratories are the fundamental basis of work at the Institute:

1) A Mellorative Laboratory having sections:
   a) physical,
   b) chemical,
   c) hydrotechnical.

2) Laboratory of hydraulics and hydraulic plants with sections:
   a) hydraulic,
   b) of hydraulic plants,
   c) hydrometrical.

3) Laboratory of hydrotechnical erections (water-work).

The physical section of the Meliorative Laboratory studies the essential physico-mechanical properties of soils, grounds and water, and their dynamics, also elaborating methods for determining and computing these properties and their state nnder natural conditions.

The chemical section carries out essentially: a) the study of the meliorated soils, as well as of those, having to be meliorated, from the standpoint of the alteration in them of chemical and biological processes, dependently on the different methods of melioration; b) the study of the properties of water, it being the chief acting factor at amelioration, i. e. of water as the material for irrigation, — and of the composition of drain and guttering down waters — at drainage.

The hydrotechnical section of the Meliorative Laboratory studies: a) the movement of water at different methods of irrigation, b) the phenomena of the division of a flood into several smaller streams and their confluence into one flood, c) the movement of ground waters at drainage through an open or closed drain, d) the filtration of water through the canals of the net, through dikes and earth-dams, e) the top-speed and slopes of canals in different grounds, f) the existing types of water gauges (working up those of a new type) and g) different types of control erections.

A field test, as well as one laboratory, were carried out in the year 1931 for studying the hydromechanical properties of grounds having to be the basement to two variations of the Istra dam for the Volga-Moscow trust.

The floor area of the main hall of the section is 270 m², the capacity of the hall being of 1900 m³.

The four main parts of the laboratory of Hydraulics and Hydraulic plants are situated in its principal hall, the area of which is 614 m². They are: a permanent experimental installation of the water turbine, a hydraulic canal, a hydrotechnical canal and a system of underground erections with a range of regular tanks and basins. Work conducted by the laboratory consists of: a) the investigation of models of large hydrotechnical erections, b) investigations in hydraulics and hydromechanics, c) investigation of the movement of substantial liquid in a solid, as well as in a mobile bed, d) study of the, rational forms of suction pipes and chief conditions for their having a proper action e) research of the rational forms of conveying liquid to the driving wheel of the water-turbine, f) test of the waterraising belts of the system of the laboratory (Lab. of Hydrotechn. Inst.). The laboratory owns a workshop of exact laboratory and measuring apparatus Universal hydrometrical rotators of the system of this laboratory are being prepared for needs of watereconomy.

The Laboratory for water-work has for its problem; a) the test of models of hydrotechnical erections, b) the rationalization of separate parts of erections and the making their calcnlation more precise as, for inst., that of setting vats, of nogging erections, of retaining walls, of erections upon alluvial grounds, c) the working out of joint, transferable and standard-erections, d) the elaboration of technical norms.

A special library of the Insitute contained by Jannary 1932, — 3033 inventary records of books concerning hydrotechnics and melioration and 4229 volumes — on natural sciences in general.

The Institute carries out the realization of achievements, mass-work, gives assistance to rationalizators and inventors, and studies experience acquired in foreign countries through the sector of productive-technical propagation.

By the 1-st of January 1932 it numbered — 90 scientific workers and 54 aspirants, being prepared for scientific-research and pedagogical work in the hydrotechnical and meliorative speciality, and the proximate to it disciplines.

THE MIDDLE-ASIA SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE FOR IRRIGATORY ERECTIONS

(Tashkent, Street Assakinsky, 22)

The domain of the Institute activity includes the Uzbek, Tadjik and Turkestan republics, as well as the southern part of the Kazak republic.

The Institute for Irrigatory Erections has for its purpose the study and checking of the account data and of coefficients, necessary for a hydraulic and static calculation of water-work upon an irrigation network.

1. In the domain of hydrotechnical erection the work is carried out for studying the head erections serving for the function of up-stream and down stream waters at small floodgates, and the work of standard and individual erections.

2. There are studied, for the purpose of a rationalization of projects and of reducing the cost of the irrigational network: the work of curvilinear canals, the plan distribution of the system of canals in the head-knot, problems of the silting up and of stability, the admissible top speeds, the coefficients of the roughness and of the filtration of canals.

3. The study of low-pressure pumps, of turbine-pumps, of wind-power-plants, and of the mechanical equipment of the water-work dumps — is required for solving problems.

of the machine irrigation, especially in the Khoresm city. Separate problems on the given subjects are included in the 1932 year plan.

4. A series of rationalizing methods are being worked out: one studies the effect of mineralized waters — on concrete, the action of admixtures of gypsum and of mustard-gas in sand — on cement concretes; the building properties of local wood-pulp are being studied, the concreting of irrigatory canals with armoured slabs, as well as the influence of on addition of asbest and loess to cement — on the solidity of concrete, etc,

5. The following subjects are being elaborated concerning the mechanization of construction works: mechanization of the cleaning of the irrigation network, the reconstruction of the network with mechanical devices and the study of separate mechanisms.

The Institute possesses, for executing this research-work an experimental tare-fixing station and laboratories: hydrotechnical, for hydromachinery, and one for building: equipped with necessary devices, aggregates, mill-races, and measuring devices.

The Institute has organized a network of support stations in regions of great construction works: in the Kurgan-Tube city, at the Vakhshstroy, in Tashkent at the Cadirstroy, at the factory in the name of Fomin and the administration of the Middle-Asia railway, in Andijan at the Kurganstroy and in Chazar-Assi at the Tashsakstroy; 4 more field laboratories are to be organized in four construction areas.

THE TRANSCAUCASUS EXPERIMENTAL-RESEARCH INSTITUTE OF WATER-ECONOMICS

(Tiflis, street Shtabnaia 2)

The Transcaucasian Institute of Water-Economics has for its problem to study questions of a hydromeliorative order for the purpose of developing the cultivation of cotton-plant, at technical and horticultural vegetable garden cultures within the limits of the Transcaucasian Republics. (Georgia, Armenia and Azerbaidjan).

The Institute embraces water-economic problems and, partially, those of hydrotechnics and amelioration.

Water-economical questions are studied for the purpose of solving complex problems connected with different branches of national economy.

The essential works of the Institute of Water Economics are.

1. An experimental — meliorative elaboration of methods for designing irrigation networks, adapted to the specific conditions of different regions, the elaboration of methods for studying utilization of water, the study of technics, terms and norms of the watering of different cultures, the carrying out of tests for the study of pluviometers (rain-plants) and underground irrigation.

2. Subjects, embraced by hydrotechnics are: the rationalization of waterwork, the shower drain, field investigations of admissible maximal and minimal speeds and the silting of canals and tanks, investigation of grounds, laboratory tests and the checking of the action, of large and standard hydrotechnical erections (waterworks).

3. In the domain of hydrogeology works are conducted in two directions: the distribution of ground waters, the régime and debit are, studied with a view to irrigate arid zones; the genesis of the moist conditions of swampy regions has to be elucidated for the purpose of their drainage. Water balance of surface and ground waters is elaborated for separate regions. Hydrogeological conditions and properties of grounds are being studied in regions of high-mountain reservoirs of the Kura-Araks basin.

4. Pedo-botanical investigations, the problem of which is to study the water and salt régime of the Transcaucasian soils (in 1932 works are conducted in the Mugan, Shirvan, Karajasi, Stardarabad and Alazane regions), laboratory researches of the physico-

chemical properties of soils, grounds and water, as well as the study of soil conditions of the most important regions.

5. Mountain and forest meliorative researches with a view to investigate the basins of mountain torrents, to organize stationary observations and to elaborate measures to be taken, first in turn, for their defence against salts and overflows.

6. The elaboration of economical problems, connected with the question of the complex utilization of water researches in the Transcaucasus, with the elaboration of the schema of further hydromeliorative works, with the problem of irrigation and water-supply, and planned water-utilization, with new methods of watering and the problem of drainage of the Transcaucasus swamps.

In the capacity of auxiliary institutions, there exist at the Institute of Water economics — a water-soil laboratory, a bureau of elaborations, a workshop of precision devices, a publishing office and a library. Bulletins № 5, 6, 7 and 8 have been published in 1931, as well as more than 10 separate pamphlets concerning different problems of the water economics.

The construction of a hydraulic laboratory and a special building for the Institute is to be finished in 1932,

It is planned to prepare 30 aspirants in essential specialities in 1932.

By the 1-st of January 1932 the staff consisted of 118 scientific-technical workers and 19 assistants. 44 of them were Armenians, 45 — Georgians, 1 — Turk and 33 Russians.

The Transcaucasian Experimental Research Institute of Water-Economics directs in relation to plan and scientific methodology, the following experimental meliorative stations: 1) that of Shirvansk; 2) ot Echmiadzinsk; 3) Akstafinsk; 4) Mukhransk; 5) Guiandja; 6) the Mugansk and three mountain meliorative stations. The first three are under an organization-economic control of the Institute.

One should specially note the Mugansk Station, the problem of which cousists: in the study of the melioration of salinised soils, in the study of rational forms of exploitation of salinised soils, in the study of rational forms of exploitation and waterutilization, in the establishment of the scheme of a fine and finest network; in the study of the technics of the utilization with areas in the solving of problems of the restoration of soil fertility and mechanization of work.

THE NORTH-WESTERN ZONAL EXPERIMENTAL-MELIORATIVE STATION

(Leningrad, Kaznacheiskaya Str., 6/13).

The zonal station has for its problem the study of the control of waterreceivers, the drainage of swamps and swampy lands with the purpose of developing farming cattle-breeding, flax cultivation and vegetable culture, partially, for suburban and industrial centres, — as well as of problems of the drainage of swamps of the Northern region and the régime of waterreceivers with a view to organize forestry and farming in the North.

The domain of its activity is the Leningrad region with the Komi Region and the Karelia Autonomous Socialist Soviet Republic.

In conformity to the above-mentioned problems the station studies the problems of the designing of drainage systems for specialised soviet and collective farms, partially — closed drainage, the degree of it and the modulus of flow; the furrowing of extensively dried mineral soils, questions of a primary adaptation of bad lands, conditions of the waterreceivers control and their régime within the limits of the surronnding zone; the need swampy soils have in different kind of manure; the mechanization of drain- and culture-technical works; problems of the irrigation and watersupply of collective and Soviet farms.

In 1931 the work of the station was carried out almost exclusively in Soviet and collective farms; works were conducted either of the Leningrad section of the „Centromeliostroy", or supporting spots were distributed. Two of these spots only, those of Novgorod and Zamoch, the oldest in the Leningrad region, are situated without the limits of the socialistic sector. In 1931 the station had 6 supporting spots: one suburban on mineral swamped soils, the „Krasni Lebedinets" — upon low swamps, the „Ladoga" — upon mineral swamped soils, the Volkhov spot — upon a sphagnum swamp those of Zamoch and Novgorod.

The latter has been studying during the last 16 years the ways and means of transforming swamps into cultivated lands having agricultural value upon a territory of 318 hect., 90 of which were drained in detail, and 25 — drained, but not rooted out.

The laboratory at the Leningrad Station leads a systematical investigation of soils of supporting spots relatively to the determining of physical and chemical properties, reactions, nutritive substances and other elements.

In the year 1931 the station published the IV volume of Scientific Transactions, 5 popular scientific editions, 6 bulletins, and series of articles in magazines.

Out of 40 people of the general number of collaborators of the station 16 scientific workers were present at the station by the 1-st of January 1932. Work at the station and the supporting spots was conducted by 26 scientific workers, and 23 workers of the scientifico-technical staff.

The year 1932 is to be one of a further extension of the work of the station and the inclusion into its network of new supporting spots, as, for inst., those of Petrozavodsk and Louksk in the Karelia A. S. S. R. and that of Arkhangelsk in the region of the same name.

In relation to plan and to scientific methodology the station is dependent on the All-Union Institute of Hydrotechnics and Amelioration.

THE NORTH-CAUCASUS EXPERIMENTAL-MELIORATIVE ZONAL STATION

(Novotcherkassk, Street „Jertvi Revolutsii", 44)

The North Caucasus Zonal Station has for its problem to deal with water-meliorative problems, within the limits of the Northern Caucasus region, and, partially, the Daghestan Autonomous Socialist Soviet Republic, and works conjointly with the Institute for Engineers of the Water-Economics and Amelioration.

In 1932 the station unfolds its work in the following directions:

1. The experimental-irrigation sector studies the technics of underground and surface irrigation and of irrigation by rain, studies elements of the irrigation network at a regular and a „liman" irrigation and works out methods of designing irrigation systems, conducts the study of schemes for watering.

2. The hydrobuilding sector studies fn laboratory, as well as in field environment the problems of the movement of water in open beds and pipes, the work of separate parts and of whole erections (head erections and those in the network), studies problems connected with the banking of mountain rivers, with the duration of the term during which ponds may serve and investigates hydropower plants within the limits of their work in the region, makes researches and tests of the quality of local material and its fitness for hydromeliorative construction.

3. The agricultural sector of irrigation and water supply deals with the rationalization of water snpply in soviet and collective farms and agricultural entreprises, studying the norms of water-supply, methods of water-research, transport, improvement of the water quality and the mechanization of work at the installation of inrigatory erections.

4, The soil meliorative sector studies the hydrophysical properties of soils of the massifs of the Terek, the Kuban, of the down stream of the Don in connection with rice cultivation, and the Sal valley with a view to „liman" irrigation, studies methods of soil amelioration in the flat parts of Chechnia, phenomena of the subsidence of soils upon irrigated massifs, the quality of irrigatory, potable and industrial waters and methods of their melioration.

5. The sector of mechanisation at works of meliorative construction carries out tests on mechanisms for digging ground, those for stone, concrete and other works, as well as tests on the types of waterlifts for irrigation.

6. The sector of economics and exploitation organizes work for valueing economically meliorative erections, the effectivity of separate cultures, the economics of irrigation and mechanization; it carries out too a statistic-economical calculation of the principal objects of the region melioration, studies the actual water utilization, elaborates methods for its being brought into practice, and makes a test thereof.

In the year 1931 the station rested in its work on 6 experimental-meliorative stations: the Persianssky Station, covering an area of 35 hect., that Mozdok, its area being of 38 hect,, those Sal, Tersk, Cabardinsk, Kuban, on an area of 240 hect. and that Kizliar; the four latter having entered the system of economic organisations.

The soil-meliorative and hydro-tecnical laboratories are the basis for investigatory work carried out by the North-Caucasus Station.

The All-Union Institute of Hydrotechnics and Melioration, which enters the system of the Agricultural Academy in the name of Lenin, leads the plan and scientifico-methodological work.

THE ALL-UNION PEAT INSTITUTE

The All-Union Peat Institute (API) is a scientific-research institution for closely studying, investigating and organizing the state peat fund, as well as for studying problems of the utilization of peat for needs and development of socialistic agriculture in U. S. S. R.

Its problems are: 1) the study of processes for account, assize and organisation of the peat fund; 2) the study of problems of a scientific control of the exploitation of peat fallows with the calculation of utllizing in farming the exposed „fen" areas; 3) elaboration of problems, connected with electrification in farming; 4) study of the problem of peat chemisation and of the applying of products of a chemical treatment of peat to different branches of agriculture; 5) study of problems of the working up of peat and of its application to husbandry as fertilizer in the form of manure, compost or in its natural state; 6) problems of the discovery of new kinds of the peat production, which might be exported; 7) introduction of peat into different branches of agriculture: grains, flax cultivation, horticulture, growing vegetables, farming, cattle-breeding, bird-breeding, pisciculture, etc.; 8) study of methods of utilizing areas abandoned after having been worked up (collieries), and borderlands of swamps, and adapting them to husbandry; 9) study of the problems of utilizing peat as fuel in soviet and collective farms; 10) study of the economics of the peat output and separate measures to be taken in connection with a rentable application of peat to agriculture.

For the execution of its scientific-research work the A. P. I. has the following sections:

1. Sector for the investigation and study of peat bogs (having expeditional, methodological and laboratory groups).

2. Sector for the peat extraction and treatment (with exploitation and constructive-designing groups).

3. Sector for the study and application of peat in agriculture (with groups, applying peat to: husbandry, vegetable production and cattle-breeding; others, applying it to life, to culture of collieries, and one agrochemical),

4. A plan-economical sector (having production-calculational groups and those for a plan-economical utilization of swamps).

5. Section for technical propaganda (with groups for a mass activity, publishing standartization).

The A. P. I. is provided, besides, with a network of zonal stations and supporting spots:

The Leningrad, Ivanov, Smolensk (western), Nizhni Novgorod and Ural Zonal Experimental Stations, and the Dreniaev Peat Supporting Spot (Kursk region).

The A. P. I. has its branch in the Ukraina S. S. R. and intends opening the like in White Russia S. S. R. in 1932. Thus, its activity expands over the whole territory of the U. S. S. R.

As to the question of thematic plans of the A. P. I. for 1931 and 1932 — the part of the work most proximate to soil science and to a practical utilization of peat bogs, may be best characterized by the following enumeration of separate works, achieved in 1931 and planned for 1932 (putting aside work of the „peatmeister" sector).

The following work was carried out in 1931

The discovery of new bog massifs in scantily investigated regions (Kamchatka and the Far-East-Region). Establishment of separate types of bogs, their age and dimensions. A thorough investigation of peat bogs, with a view to elucidate the supply energy for the needs of electrification of the Soviet and collective farms. Accumulation of energy at separate stages of the bogs development. Methods of taking tests from allows in order to characterize those or other of their properties. Field methods for determining the technical properties of peat. Elaboration of methods for investigating peat fallows (for technical and agricultural purposes). Evaluation of peat fallows for obtaining fuel, for purposes of producing coke, bricks, isolation slabs, active coal and so on. Study of problems of the bog formation process.

Work planned by the A. P. I. for the year 1932

The study of the geographical situation, and evaluation of peat bogs (a reconnaissance research of the Northern regions, the Ural, Kuzbass, Karelia). Methods for determining the quantity of stumps in peat bogs; test of borers of different types. Methods for determining the degree of the humification of peat. Chemical composition of peats and peat-formers. Drawing up of maps of peat bogs according to regions, with the alloting of funds for: a) electrocentrals, b) industry, c) for the coke output, d) for agricultural heatcentrals, e) for the population, f) for the peat bedding, g) for manure, and h) for areas of agricultural utilization. Physico-technological properties of fuel and bedding peats. The finding out of peat collieries and margins of bogs with a view to agricultural utilization (geographical situation, qualitative features, conditions of drainage and of the possibility of utilizing them in agriculture. Study of the utilization of peat for fuel, bedding and fertilizing in the trusts of the People's Com. for Agr. Determination of the fertility of peated soils after Neubauer and Niclass. Determination of the need mineral soils have in peating. Determination of the need peated soils have in fertilizers after Waksman and Mitscherlich. Establishment of optimal correlations between peat and mineral fertilizers for different soils and cultures. Investigations in Soviet and collective farms, applying peat fertilizers. Study of the applying of peat fertilizers in different agricultural regions, soil zones and for different cultures. Methods of preparing peatfeccal manure for suburban kitchen-gardens, and methods of their application. Methods of preparing peatpots and their application for transplanting cultures. Tests of the utilization of peat collieries for farming cultivation and pisciculture and the utilization of margins of bogs in agriculture. The plankton and superior vegetation as factors of pisciculture in peat collieries. A botanical classification of the moss-bedding for productive purposes.

In spite of its existence but since a very short period of time (1 year) the A. P. I. has a series of scientific achievements some of which have been partially applied to production in 1931 and are partially being applied in 1932.

They may be thus enumerated:

A series of works on a thorough investigation and evaluation of the technical qualities of peats for being utilized in production (agricultural and energetic basis) — in the Kamchatka and the Far East.

A series of instructions and manuals have been worked out concerning geobotanical and chemical determinations of peat for new staffs and students of Universities and Technical Schools.

A method has been elaborated of field investigations of peat bogs, accelerating their qualitative and quantitative evaluation.

A simplified method has been elaborated for swampy and transitional peaty bog soils with a view to utilise them for agricultural purposes and carry out technical culture on them.

The cutting method of the extraction of peat bedding has been studied, checked and transmitted to production (in 1931).

A frame has been constructed and methods studied for preparing a certain mass for peat culture pots, and delivered to production (Selhostorf und Promcooperation 1932).

A method of extracting peat bedding according to layers has been elaborated and delivered to production (1932) (Selhostorf).

A positive influence of a peat bedding on the health of animals — horned cattle and horses — has been established.

There has been studied the application of peat manure under corn, potatoes, roots, vegetables.

Optimal norms have been established for sandy, loamy fine sandy, clayey and loamy soils of a non-chernozem zone. The duration of the action of peat manure has been studied, as well as the replacing of a part of straw and peat manure — by peat.

The highly effective action of mineral fertilizers — upon a peat basis — on sandy soils has been ascertained.

There has been studied the application of peatfeccal manure under cabbage, cucumbers, and hemp and silo plants. An optimal correlation between peat and feccals has been established, as well as the doses of manure.

The applying of pots made of peat + lime for cabbage, cucumbers and tomatoes — has been studied; optimal sizes of pots for different cultures and the technics of transplantation into ground — have been established.

THE ALL-UNION SWAMP INSTITUTE

(Minsk, WRSSR)

The All-Union Swamp Institute has been established on the 1st of January 1932 in virtue of the decree of the Presidium of the Lenin Agricultural Academy, in the system of the White Russia Scientific-research institutions for the culture of swamps: the Minsk Swamp Experimental Station and the Section of meliorations. Besides staffs being present in White Russia, as well as a certain experience in the work of the swampscience, the Swamp Institute, was organised in White Russia because the territory of White Russia and regions of the Ukraine neighbouring it, are the most swampy regions in the European part of the USSR and, at the same time, the most economically mature for an enforced development of the culture of swamp stretches. Great drainage work, carried out here at the end of last century (Western expedition for draining swamps) partially prepared soils for further culture.

The predecessors of the ASI executed the essential work for elucidating possibilities of an agricultural utilization of swamps, created a special swamp literature by the publishing of the magazine „Swampscience" which was issued in the years 1914—1916, and of about twenty separate editions of the Transactions of the Minsk Swamp Experimental Station, issued up to 1931.

The main achievements in the work of the predecessors of the Swamp Institute may be summed up as follows:

Culture of hemp in lowland swamps. Negative moments, making flax culture difficult on drained swamps. Potatoe culture upon swamps. Fodder secured upon swamps and, partially meadow-cultivation, silo-plants and forage roots. Elucidation of causes of the culture of corn upon dried lowlands having been unsuccessful. Influence of the draining canals on the qualitative and quantitative composition of the meadow paludinous flora. Establishment of certain kinds of vegetable cultures upon drained swamps.

The following problems have to be solved by the ASI in 1932 according to the plan confirmed by the Presidium of the Academy:

1. Preparations for an agricultural utilization of the swamp lands in White Russia by way of improving its river network.

2. A qualitative improvement of the land fund of WRSSR by means of drainage of the swamped areas for the needs of socialistic farms.

3. The strengthening of the socialistic forms of farming, of collective and Soviet farms of the White Russia by way of securing them with water.

4. Mechanization of drainage and of the cultivation of swamps.

5. Agricultural utilization of swamped spaces in USSR during the second five-year plan.

6. Organization of socialistic farms upon bog and swamped spaces of the USSR.

7. Increase of the productivity of drained swamps through the chemization of improved systems of their cultivation.

8. Agricultural and technical utilization of the natural paludinous flora.

9. Introducing of technical, fodder, fruit and vegetable, and grain cultures into drained swampy spaces.

10) Study of swamps in the Baraba steppe for agricultural purposes.

Thus, a problem of an enormous importance lies before the Swamp Institute, which has to contribute to a speedy process of the utilization of swampy spaces in USSR, the area of which reaches up to 30 mill. hect. apart from the tundra lands of the Extreme North. The activity awaiting the Institute is of a particularly great importance in strongly swamped regions, where the quantity of swamps reaches up to 20—40 % of the general territory of the region.

The Swamp Institute will make use in its activity of the methods of the following sciences: hydrotechnics, hydrology, soilscience, agrochemistry, agrophysics, microbiology, plant cultivation, physiology and economics.

The existing laboratories are to be reorganized and expanded.

The Institute will use the complex method for elaborating its subjects. As to the essential disciplines, its scientific collaborators are working in the following sectors: 1) the White Russia sector of hydrotechnics, 2) the swamp-science sector; 3) the agrotechnical sector, 4) the mechanization sector and 5) the economic sector.

The Institute network. The central institutions of the Institute and their laboratories are located in Minsk (Shirokaia, 28), the chief experimental field is situated in close vicinity to Minsk. In the year 1932 the All-Union Swamp Institute will base its work on the following network: 1) Sector for the swamp culture of the North-Western Institute for hydrotechnics (Leningrad), 2) Sector for the swamp-culture of the Ukraine Institute for hydrotechnics (Odessa), 3) the Ural Zonal Station (Perm), 4) the Moscow Zonal Station (being now organized), 5) the swamp section of the Colchis Station of

Amelioration and of new cultures (Poti) and 15 supporting swamp spots in Soviet farms, siituated in different latitudes in swamped regions of the USSR.

The association of scientific collaborators consisted on the 1st of January 1932 of 28 persons, who may be divided, according to their specialities in the following way: 8 specialists in hydrotechnics, 6 — in chemistry, 4 — in botanics, and 10 — in agrotechnics.

We may cite the following members of the leading sfaff: A. T. Kirsanov, V. S. Dochturovsky, M. V. Dokukin, A. N. Tulenev, E. I. Shiperko.

SOIL INVESTIGATION IN THE PUBLIC-ROAD MAKING IN THE RSFSR[1]

At present, it has been definitely established by practice, that the making of roads of any type whatever is not to be thought of without soils being taken into account and evaluated.

In connection with these requirements the rôle of the soilscientist acquires, at the present moment a very great importance. A „road" soilscientist has to be thoroughly acquainted with all the achievements of the road soil science and be, besides, a geologist and an ameliorator. Together with it he must have an extensive knowledge in the domain of the road-making building.

The business is now so regulated, that no road making whatever in the stage of its technical investigation can dispense with a soil scientist. The soilscientist accompanies the research party along the new trace and estimates together with engineers, the road properties of ground, changes the trace, directing it along grounds, the most easily yielding to improvements, avoids spots where the laying of road-beds should present any difficulty, investigates, within the limits of the trace, grounds fit for improving roads when added to the road-bed, takes into account pits of sand, gravel and of other mineral material which might be utilized for the covering of roads of an easy type, and so on.

The ground-science has already solved, in many respects, questions of methods fit for determining the road physico-mechanical properties of soils. We have a whole series of elaborated methods for a field, as well as a laboratory investigation of grounds, which make it possible to estimate them from a road point of view and to select a method accessible, according to local conditions, for protecting the grounds of a road-bed. That work is mainly carried out by a soilscientist, who concentrates the attention of the engineer on all possible means for improving the road in its ground part. Roads having a stone metalling and improved surfacing are investigated by the soilscientist relatively to the qualitative indexes of the ground, lying underneath the road carpet.

A soilscientist is now the responsible consulter of a road engineer-builder, as it is his business to solve all questions about the ground-basis to be made under the road, — a basis being, as well known, of the greatest importance at any erection.

It is the Road-sector and the Scientific-Investigation-Automobile-Highway Institute (GIAT) in Moscow in the system of the Central Administration of earth-roads and macadam highways and of the Autotransport at the CPC in RSFSR (Tsudortrans) — that is at the head of the leadership in the domain of soil-ground and road investigations.

The Scientific-Investigation-Automobile-Highway Institute (GIAT) has its branches on spots at the AR, regional and district „Dortranses" (road-transports) — the so-called road-investigatory stations, having their staffs of „road"-soilscientists — and laboratories for soil-ground investigations.

---

[1] Great work connected with the public-road making is also carried out in other republics of the USSR (the Ukaine, White Russia).

It is not over all the RSFSR network that such laboratories have been created up to now, but their organization has to be accomplished in 25 administrative centres by the end of the year 1932.

The road soil researches are at present secured with conforming organzations in the following parts of the RSFSR: The Far-East region (Khabarovsk city), the Ural region (Sverdlovsk city), the Lower (Nizhne) Volga region (Saratov city), the Karelia ASSR (Petrozavodsk city), the Bashkir ASR (Alma-Ata city), Western Siberia (Omsk city), the Kirghiz ASSR (Frunze city), the Central Chernozem reg. (Voronezh city), the Nizhni-Novgorod region (Nizhni-Novgorod city), the Northern region (Arkhangelsk city), the Moscow region (Moscow city), the Northern-Caucasus region (Novocherkassk city), the East Siberia-region (Irkutsk city), the Western region (Smolensk city), the Crimean ASSR (Simferopol city). Work of the road soil investigations is but in the stage of organization at the other 7 stations.

THE ALL-UNION CONFERENCE OF THE VIth COMMISSION

(Moscow, 20 — 21 November 1931)

On the 20-th and the 21-st of November the Soviet Section organized a Conference, having in view to prepare Soviet soilscientists, agriculturists and engineers to the participation at the Groningen Conference.

Information was given by professors: Kostiakov, A. N., Dokhturovsky, V. S. Rozov, L. P., Dokukin, M. V., Filatov, M. M., Astapov, S. B., Kornev, V. G., Vitte, P. A. and Kirichenko, K. S.; all concerning the needs of the soviet building in the domain of problems entering the circle of interests of the Groningen Conference, and the work at these problems of the Soviet scientific institutions.

The necessity was made obvious, at the same time, to put forward a series of new problems, besides those projected for the Groningen Conference, with a presentation of reports from the Soviet Section of the International Association of Soil Science.

According to the programme of the Groningen Conference this council has planned to present 4 — 5 reports from the Soviet Section, and, initiatively, 8 more reports, concerning problems of a paramount importance for our work (melioration of salinised soils the suking in and absorption of water in soil, drainage of the „plyvun", calmotage, the thermal régime of soils — including their permanent congelation, — the utilization of sewage of municipal drainage for agricultural fertilizing and irrigation and the influence of the latter upon physical and biological processes, road soils-science.

Respective reporters have been marked for all these reports.

In order to show the importance which may have for us the discussion of these or other questions at the International Conference (and, through it, at the International Congress) we will cite a few concrete examples of those mentioned — at the Conference of the Soviet Section.

About 1 million hectars under rice culture in new regions has been planned by the end of the second five-year plan. Preparation of soil under rice culture is evaluated to be about 1000 r. per hect., or up to 1 milliard per 1 mil. hects. Soils of the downstream of great rivers, „plavni" soils, are considered to be those best for rice culture. The first tests in rice sowing resulted here in yields reaching up to 600 centners per hect., and even more. Yet, sowings have been observed to perish the year next to such a yield. No researches whatever, neither chemical, nor physical, could explain the reason of such phenomenon, in order that measures might be taken for struggling with it. The experiance of rice-stations in other countries (Japan and others) might be of some help in that respect.

Another example. Irrigation works are to be carried out during the second five-year plan in essential cottonplant regions covering millions of hectars, and prepare them for the culture of cotton-plant. In that case, too, we might be instructed, in many respects, by foreigners, though with a fundamental „reconstruction" of all the material obtained, adapting it to the perfectly new conditions of our building. The scientific-research Institute for cotton cultivation and cotton industry writes: „Having in view the great importance of problems discussed at the Conference, for the current practice of the Middle-Asia cotton cultivation, we will request of the Middle-Asia organizations to send our representative to the Conference in Groningen.

Third example. It is planned to organize an intensive milk and kitchen-garden business around large cities — Leningrad, Moscow, Kharkov, Kiev and others, in the suburban zone upon 20 km approximately, with a manuring and moistening of soils by means of the municipal sewage. We have not much experience in that either.

It is worth mentioning, the enormous importance which the yet quite young road soil science has for us (and generally), and of how we need for it too the experience of other countries.

In order to come into greater concordance with the International Association of Soil Science, its Conferences and Congresses, make it more solid and bind it with the practical building business — the Soviet branch of the permanent Sixth Commission of the I. A. of S. S. has been named: „soil science in amelioration, and in road and building business", being divided into three sections (Soviet commissions); 1) amelioration, 2) peat soils investigation and 3) road-making. The presidency has been elected for each of these sections (commissions) and active members — nominated.

Ответственные редакторы *В. Р. Вильямс* и *А. А. Ярилов*

Технический редактор *А. В. Смирнова*

ОНТИ № 271/м 11 — 60. Сдано в набор 7/IV — 32 г. Подписано к печати 10/V — 32 г.
Бумага 72 × 110. Колич. листов 7. Колич. печ. зн. на 1 печ. л. 53.000.
Ленгорлит № 42502 Тираж 1650. Заказ № 910.

Типография „ПЕЧАТНЯ". Ленинград, Прачечный, 6. Телеф.: 125-06 и 589-70.

INFORMATION

The Proceedings and Papers of the Second International Congress of Soil Science are to be issued in the nearest future:

Vol. I Commission I

SOIL PHYSICS

Editors: A. N. Sokolovsky, N. A. Kachinsky

(appeared)

Vol. II Commission II

SOIL CHEMISTRY

Editors: K. K. Gedroiz, D. L. Askinasi, I. N. Antipov-Karataev

Vol. III Commission III

BIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF SOILS

Editors: E. E. Uspensky and A. Voitkevich

(appeared)

Vol. IV Commission IV

SOIL FERTILITY

Editors: D. N. Prianischnikov, N. S. Sokolov

(appeared)

Vol. V Commission V

CLASSIFICATION, GEOGRAPHY AND CARTOGRAPHY OF SOILS

Editors: L. I. Prassolov, D. G. Vilensky

Vol. VI Commission VI

APPLICATION OF SOIL SCIENCE TO AGRICULTURAL TECHNOLOGY

Editors: A. N. Kostiakov, V. S. Dokturovsky

Vol. VII

GENERAL PLENARY SESSIONS, EXCURSIONS, ETC.

Editors of the Proceedings and Papers:

K. K. Gedroiz, A. A. Yarilov, D. G. Vilensky

The said Proceedings may be ordered from:

"Mezhdunarodnaja Kniga", Kuznezky Most, 18. Moscow, USSR

„Kniga", Buch- und Lehrmittel — G. m. b. H., Berlin, W. 35, Kurfürstenstrasse, 33

"Amkniga corporation" 258 Fifth Avenue, New-York, N. Y., USA

Price: 7 vol. — 20 $

Members of the International Association of Soil Science have to acquire the Proceedings of the Congress directly through the Organizing Committee of the Second International Congress of Soil Science — Prof. A. A. Yarilov. Zdanie ZIKS Krasnaia Ploschad, Moscow, USSR, 7 vol. — 10 $