



ФИЛЬТРЫ МЕЛИОРАТИВНЫХ ДРЕНАЖЕЙ

**LAND MELIORATION
DRAINAGE FILTERS**

**LES FILTRES DES DRAINS
MÉLIORATIFS**

При строительстве закрытого дренажа в мелких песках, плавунах или слабосвязанных грунтах независимо от материалов труб обязательны защитные мероприятия— применение фильтра, так как данные грунты при небольших градиентах вносятся в дренаж под действием фильтрационного потока. В качестве фильтров дренажей в САНИИРИ исследовались в лабораторных и полевых условиях естественные песчаные, песчано-гравийные смеси, а также трубофильтры, стенки которых выполняют роль фильтров.

В результате исследований разработаны методические указания, позволяющие проектировать экономически обоснованные составы фильтров из естественных смесей, обеспечивающие требуемую устойчивость и водоприемную способность закрытого дренажа для защиты слабосвязанных грунтов.

Для обеспечения фильтрационной прочности грунта максимальный диаметр пор фильтра должен быть меньше расчетного, определяемого по формуле:

$$D_0 = \sqrt{\frac{i(W_n)}{J + \cos\theta}} \text{ см,} \quad (1)$$

где $i(W_n)$ следует принимать

$$\text{при } W_n < 2 \quad i(W_n) = 0,025 \text{ см}^2;$$

$$2 < W_n < 7 \quad i(W_n) = 0,1000 \text{ см}^2;$$

$$W_n > 7 \quad i(W_n) = 0,170 \text{ см}^2;$$

где J — максимальный градиент напора в придренной зоне;
 θ — угол между направлением скорости фильтрации и силы тяжести;

W_n — число пластичности.

Доказано, что область использования естественных карьерных смесей может быть расширена: коэффициент неоднородности фильтрового материала, защищающего слабосвязанные грунты, — $\eta_{\text{ф}} \leq 35$; допускается содержание пылеватых частиц до 10%.

Перспективным фильтровым материалом являются искусственные минеральные волокнистые материалы. Выявлены закономерности развития фильтрационных деформаций различных по категории грунтов в зависимости от материала искусственного фильтра. В качестве фильтра рекомендованы войлоки типа 1-Ф, ВВ-Т, МРТУ 7-1968, ткань ТСФ (6-7, маты МС-50.)

Для увеличения водозахватной способности дренажа необходима дополнительная обсыпка из естественных карьерных смесей, имеющих коэффициент неоднородности до 35, а также барханного песка, особенно при коэффициентах фильтрации 1,0 м/сутки.

Применение трубофильтров позволяет использовать местные строительные материалы и снизить требования к зерновому составу фильтра. Разработано руководство по фильтрационному расчету трубофильтров, укладываемых в различные почвогрунты. Если средний диаметр пор меньше расчетного, то трубофильтры могут укладываться без фильтров. В противном случае применение фильтровой обсыпки необходимо. В качестве обсыпки трубофильтров могут быть использованы мелкопесчаные грунты, в частности, барханные.

Наиболее ответственным звеном скважин вертикального дренажа является водоприемная часть, представленная фильтрами различных конструкций. Требованиям высокодебитных скважин лучше всего отвечают фильтры с гравийной обсыпкой, создаваемые путем загрузки гравия в затрубное пространство, которые обладают минимальными сопротивлениями. Все виды опускных фильтров обладают большим сопротивлением и подвержены быстрой колюматации, что приводит к снижению дебита и удельного дебита скважин с такими фильтрами в 2—3 раза, чем скважин с гравийно-песчаными фильтрами. На основании натурных исследований работы фильтров более 300 скважин, построенных в различных природно-хозяйственных условиях Средней Азии, и лабораторных опытов по изучению закономерности движения в профильтровой зоне скважин разработана методика подбора гравийной обсыпки. На базе этих исследований предложен оптимальный состав обсыпок с учетом характеристики грунтов каптируемого пласта. Наилучшим материалом для формирования устойчивого фильтра является разнотернистая окатанная гравийно-песчаная смесь, состав которой представлен на рис. 1. Коэффициент неоднородности подобран-

ной обсыпки должен находиться в пределах: для несuffозного грунта $10 \div 15$; для suffозного грунта $5 \div 10$.

Использование песчано-гравийной смеси вышеуказанного состава на опытных скважинах позволило резко сократить срок строительных откачек (до 10—15 суток) и снизить содержание песка в откачиваемой воде. При этом после резкой остановки и пуска насосного оборудования с полным открытием задвижки продолжительность пескования не превышает 5 минут, а содержание песка составляет 0,01—0,05%. Из-за незначительного пескования скважины совершенно не заиляются.

Наиболее прогрессивные методы устройства гравийных фильтров высокодебитных скважин представлены на рис. 2. Более предпочтительным является способ строительства скважин большого диаметра всасывающим методом с обратной промывкой.

Опыт эксплуатации артезианских скважин показал, что оборудование скважин большого диаметра фильтрами с достаточно мощной гравийной обсыпкой позволяет намного улучшить работу насосно-силового оборудования и водоприемной части скважин, повысить их водозахватную способность, увеличить срок работы без ремонта, а также уменьшить потери напора в прифильтровой зоне.

• • •

The application of filters as a protective measure is a must in the construction of closed drainage in fine sand, running ground or loose soil irrespective of the pipe material used. Even with small gradients these soils penetrate into the drain with the seepage stream. The staff of the Central Asian Irrigation Research Institute have conducted laboratory and field tests of natural sand, sand-gravel mixtures and pipe-filters as drainage screens. This research has resulted in recommendations which make it possible to design economically substantiated filter compounds comprising natural components which ensure a required degree of stability and water intake capacity of closed drainage for loose soil.

In order to ensure the seepage stability of the ground the maximum diameter of the filter pores must be smaller than the rated value as determined by the formula

$$D_0 = \sqrt{\frac{f(W_n)}{J + \cos \theta}} \text{ cm}, \quad (1)$$

Here $f(W_n)$ is equivalent to the following:

at $W_n < 2$ $f(W_n) = 0.025 \text{ sq. cm}$;

at $2 < W_n < 7$ $f(W_n) = 0.1 \text{ sq. cm}$;

at $W_n > 7$ $f(W_n) = 0.17 \text{ sq. cm}$.

Here J — maximum head gradient in the drainage zone;

θ — angle between the seepage velocity direction and gravity;

W_n — plasticity factor;

It has been found that the sphere of utilization of quarry compounds can be broadened: the filter material heterogeneity ratio which protects loose soil is $\eta\phi \leq 35$. Up to 10 per cent of fine particles may be present in the compound.

Synthetic mineral fibre has been found to be a promising filter material. The regularities have been found in the development of seepage deformation for various types of soil depending on the material of the artificial filter. Various types of felt (1-F; MRTU 7—1968) and fabrics (TSF b-7, mats MC-50) have been recommended as filter material.

In order to increase the water intake capacity of the drainage it is necessary to provide additional filling of natural quarry compounds with a heterogeneity ratio of up to 35 and also dune sand particularly at the seepage ratio of 1 m per day.

The use of pipe-filters makes it possible to utilize local building materials and to reduce requirements towards the granular composition of the filter. Recommendations have been worked out for the seepage calculation of pipe-filters laid into various types of ground. If the average size of the pores is below the rated value the pipe-filters may be laid without screens. If this is not the case then filter packing is essential. Fine sand, particularly sand taken from dunes, can be used as filling material around the pipe-filters.

The most important section of any vertical drainage well is its water intake made up of filters of various designs. High-debit wells require filters with a gravel packing around the pipe which possesses minimum resistance. All types of removable filters have great resistance and are subjected to quick silting which reduces the debit and the specific debit of the well to a half and even to a third of the debit maintained by a well with gravel and sand filters. On the basis of field studies of the operation of filters in over 300 drainage wells built in various zones of Central Asia and also on the basis of laboratory experiments we have outlined a method for the selection of gravel fillings. We have recommended the optimum composition for gravel fillings on the basis of the aquifer performance.

The best material for the development of a stable filter has been found to be the vary-granular sand and gravel mixture with a composition as given in Fig. 1. The heterogeneity ratio of such a mixture must be within the range of $10 \div 15$ for non-suffosion ground and $5 \div 10$ for suffosion ground.

The use of such sand and gravel compounds in experimental drainage wells has reduced the period of construction pumping to 10—15 days and also reduced the amount of sand in the drainage water. After a stop and repeated activation of the pumps with maximum opening of the valves the period of sand washing does not exceed 5 minutes and the sand content in the

drainage water ranges from 0.01 to 0.05 per cent. Due to this low sand wash factor the drainage wells are not silted.

Fig. 2 illustrates the most progressive methods used in the construction of gravel filters for high-debit wells. Preference is given to the suction method of big-diameter drainage well construction with inverse washing.

Experience accumulated in the operation of artesian wells shows that by fitting big-diameter wells with filters incorporating a sufficiently thick gravel packing it is possible to improve the performance of the pumping and power equipment and the water intake section of the well, to raise the water intake capacity, to increase the period of non-maintenance operation and reduce pressure losses in the filter zone.

• • •

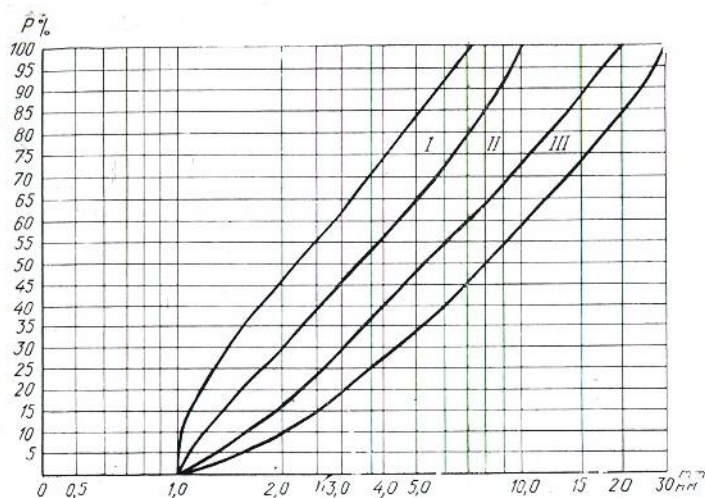


Рис. 1. Рекомендуемый состав обсыпок скважин вертикального дренажа:
Fig. 1. Recommended vertical drainage well packing.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОБСЫПКИ GRADING OF PACKING COMPONENTS

Зона Zone	Диаметр фракций (мм) и их содержание (%) Diameter of fractions (mm) and ratio percentagewise							
	>20	10—10	10—7	7—5	5—3	3—2	2—1	<1.0
I	—	—	20—13	15—10	20—17	15—15	30—45	—
II	—	27—0	13—20	13—15	17—20	14—15	16—30	—
III	—	40—27	15—13	10—13	15—17	10—14	10—16	—

I — зона тонко- и мелкозернистых песков с
Zone of fine and powdery sand; $\frac{D_{50}}{d_{50}} = 15 \div 20$

II — зона мелко- и среднезернистых песков с
Zone of fine and medium grain sand; $\frac{D_{50}}{d_{50}} = 20 \div 25$

III — зона средне-, крупнозернистых и гравелистых
песков с
Zone of medium and coarse grain and gravely sand. $\frac{D_{50}}{d_{50}} = 25 \div 35$

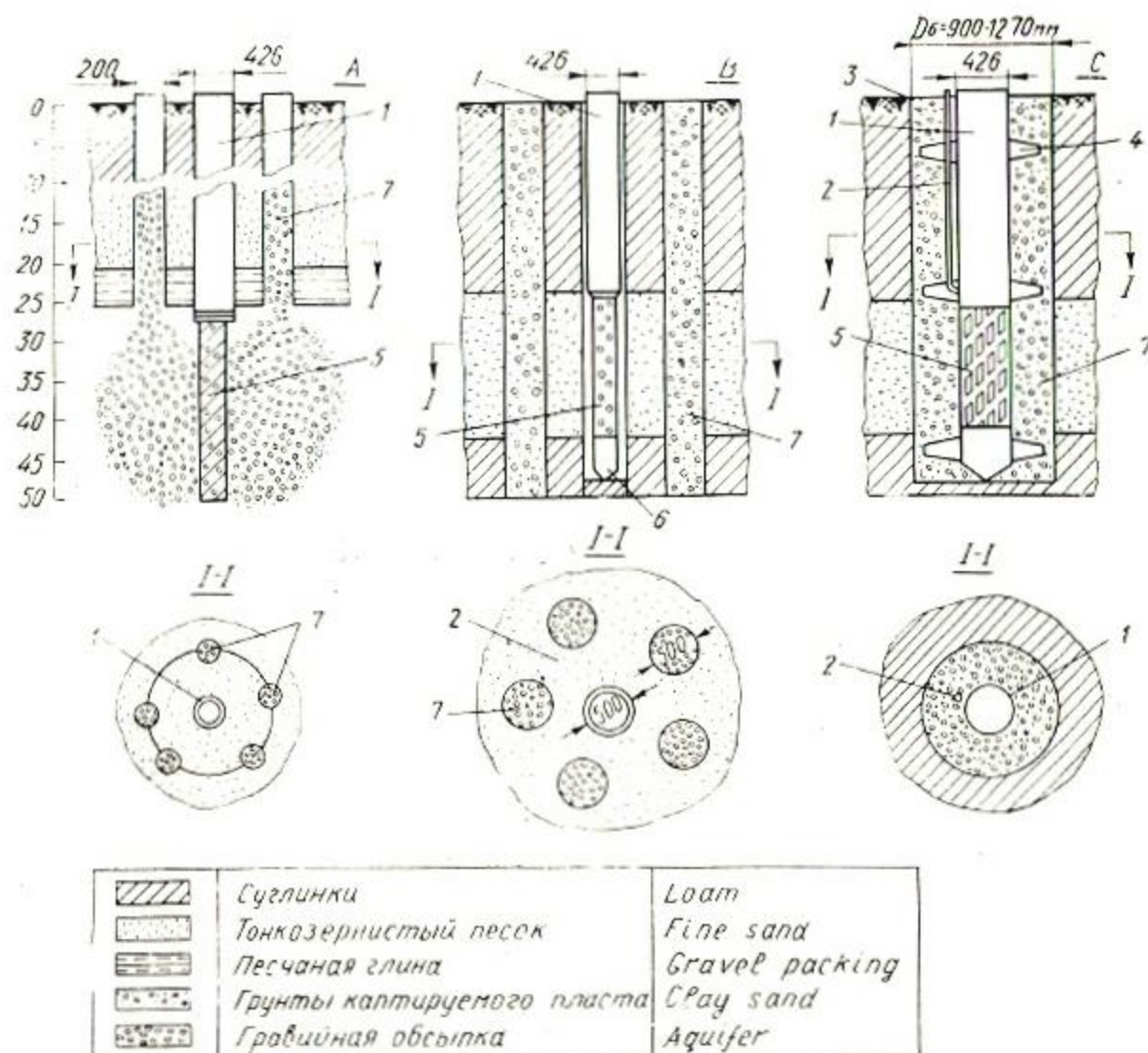


Рис. 2. Конструкции скважин вертикального дренажа (1957—1970):

Fig. 2. Drainage wells design (1957—1970):

А — Гравийный фильтр по Беннисону;
Bennison model gravel screen

В — Гравийный фильтр с завесой;
Gravel curtain screen;

С — Гравийный фильтр для скважины большого диаметра;
Big-diameter drilling for gravel screen construction;

Big-diameter drilling for gravel screen construction;

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1 — обсадная колонна | casing column |
| 2 — затрубный пьезометр | inter-tube piezometer |
| 3 — кондуктор | conductor |
| 4 — направляющие фонари | guides |
| 5 — фильтровой каркас | Screen framework |
| 6 — отстойник | sand trap |
| 7 — питающие скважины | feeding wells |

Lors de la pose de drains souterrains dans les sables fins, en terrain meuble ou peu cohérent, des mesures de défense sont indispensables indépendamment des matériaux dont sont constituées les tuyaux: c'est l'application de filtres, car les particules du sol, même à des gradients faibles sont entraînées dans les drains sous l'action du courant de filtration. En guise de filtres, à l'institut SANIIRI ont été mis à l'essai dans des conditions de laboratoire et en sol des mélanges naturels de sable, de sable et de gravier ainsi que des crépines dont les parois jouent le rôle de filtres.

Les recherches ont permis d'élaborer des recommandations méthodiques qui permettent d'accomplir des projets de composition de filtres rationnels du point de vue économique en mélanges naturels, qui possèdent la stabilité et la capacité de filtration voulues pour le drainage souterrain en sols peu cohérents.

Afin d'assurer la capacité de filtration du sol, le diamètre maximum des pores du filtre ne doit pas dépasser le diamètre calculé d'après la formule

$$D_0 = \frac{f(W_n)}{J + \cos\theta} \text{ cm} \quad (1)$$

où $f(W_n)$ doit prendre les valeurs suivantes

$$\text{pour } W_n < 2 \quad f(W_n) = 0,025 \text{ cm}^2$$

$$2 < W_n < 7 \quad f(W_n) = 0,1000 \text{ cm}^2$$

$$W_n > 7 \quad f(W_n) = 0,170 \text{ cm}^2$$

où J est le gradient maximum de pression dans la zone qui entoure le drain.

θ — l'angle entre la direction de la vitesse de filtration et la pesanteur.

W_n — le coefficient de plasticité.

Il a été démontré, que le domaine d'utilisation de mélanges de carrière naturels peut être élargi; le coefficient d'inhomogénéité du matériau du filtre, qui défend les sols peu cohérents est

$\eta_\Phi \leq 35$; une teneur de particules pulvérulentes de 10% est admise.

Les matériaux minéraux artificiels fibreux représentent un matériau à filtre d'avenir. Les lois du développement des déformations de filtration de différentes catégories de sol en fonction du matériau des filtres artificiels ont été établies. En guise de filtres nous recommandons les filtres 1- Φ , BB-T, MPTY 7-1968, le tissu TC Φ (b-7, nattes MC-50).

Pour augmenter la faculté de captage du drainage il est indispensable d'entourer les drains de mélanges naturels de carrière dont le coefficient d'inhomogénéité ne dépasse pas 35 ou bien de sable de dunes, surtout pour des coefficients de filtration de 0,1 m/jour.

L'application de filtres tubulaires permet d'utiliser les matériaux de construction locaux et de réduire les exigences envers la composition granulée du filtre. Un manuel sur le calcul de filtres tubulaires déposés en différents sols a été élaboré. Si le diamètre moyen des pores est inférieur au diamètre calculé, les filtres tubulaires peuvent être déposés sans filtres supplémentaires. Dans le cas contraire il est indispensable de les entourer d'une couche filtrante. Dans ce but on peut utiliser des sables fins, par exemple du sable de dunes.

L'élément le plus important des puits de drainage vertical est sa zone active qui représente des filtres de différentes constructions. Les puits à haut débit peuvent être obtenus le mieux à l'aide de filtres en gravier que l'on constitue en garnissant le pourtour du puit de gravier qui possède une résistance minimale. Tous les types de crépines possèdent une résistance plus élevée et sont plus rapidement colmatées, ce qui conduit à une perte du débit du puit et de son débit spécifique 2—3 fois plus élevée que pour les puits à filtres de gravier et de sable. Une étude en conditions naturelles du fonctionnement de plus de 300 puits construits en différentes conditions naturelles en Asie Centrale, ainsi que des expériences de laboratoire ayant pour but une étude des lois du mouvement de l'eau dans l'entourage des filtres des puits ont permis d'élaborer une méthode qui permet de choisir le gravier des filtres. Grâce à ces recherches, une composition optimale des filtres est proposée, qui tient compte des caractéristiques du sol de la couche de captage. Le meilleur matériau pour la formation d'un filtre durable est un mélange de gravier et de sable à particules différentes,

Cette composition est représentée sur la fig. 1. Le coefficient d'inhomogénéité d'un tel filtre doit être de 10+15 pour les sols non suffosionneux et de 5+10 pour les sols suffosionneux.

L'utilisation d'un mélange de sable et de gravier de composition indiquée ci-dessus dans des puits expérimentaux a permis de réduire sensiblement les délais de leur conditionnement (jusqu'à 10—15 jours) et de réduire la quantité de sable contenu dans l'eau pompée. Lors d'un arrêt brusque et de la mise en marche de la pompe, quand la vanne est complètement ouverte, le sable est entraîné durant 5 minutes au plus et sa quantité ne dépasse pas les 0,01—0,05%. Grâce à cette faible quantité de sable entraîné, les puits ne s'envasent pas du tout.

La méthode la plus progressive de formation de filtres de gravier pour les puits à haut débit est représentée sur la fig. 2. Il est préférable de construire des puits de grand diamètre par pistonage et pompage combinés.

L'expérience d'exploitation de puits artésiens a montré que l'équipement des puits de grand diamètre avec des filtres à gravier assez puissants permet d'améliorer sensiblement le fonctionnement de l'équipement de pompage et de l'équipement électrique ainsi que de la zone active des puits, d'augmenter leur capacité, d'augmenter les délais de service sans réparation et de diminuer les pertes de charge dans la zone des filtres.

• • •

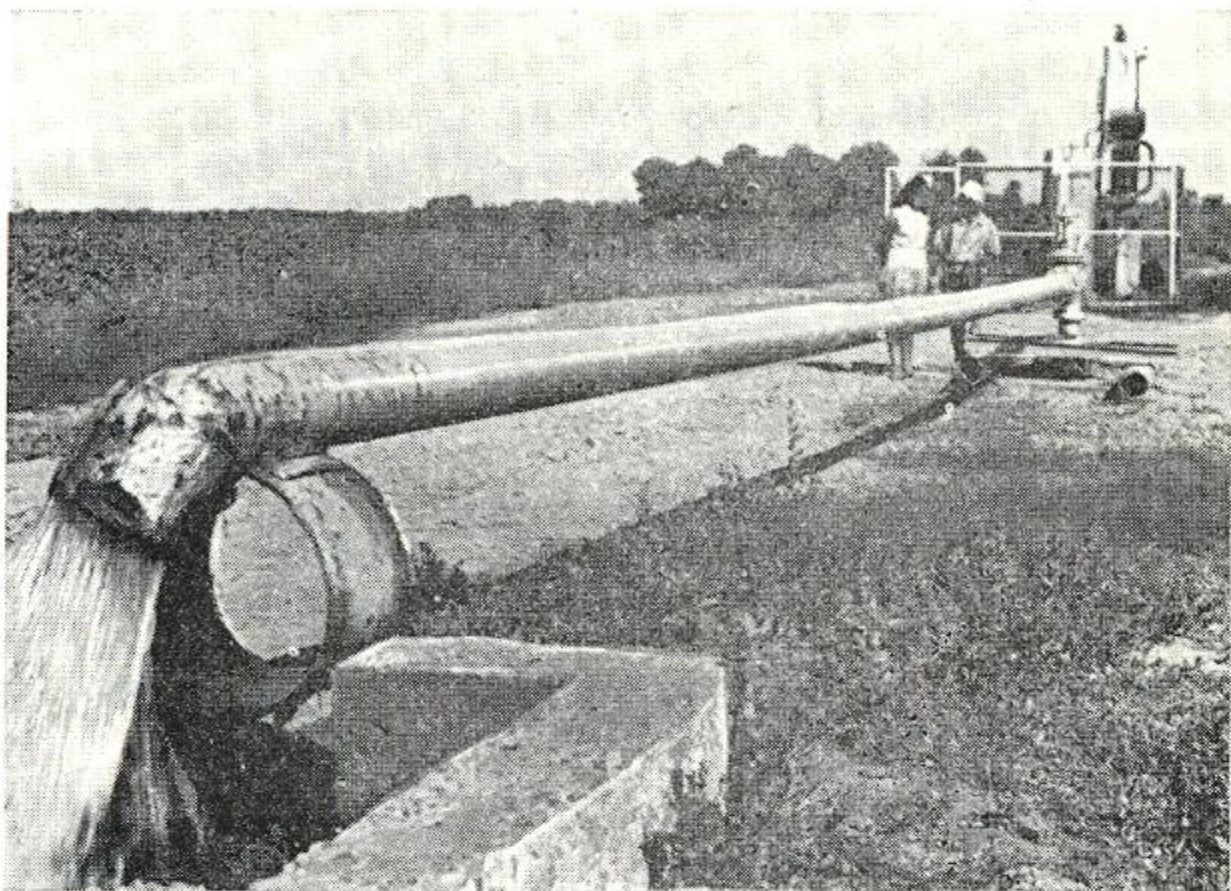


Рис. 3. Эксплуатация
скважин вертикального
дренажа.

Fig. 3. Vertical drainage
well operation

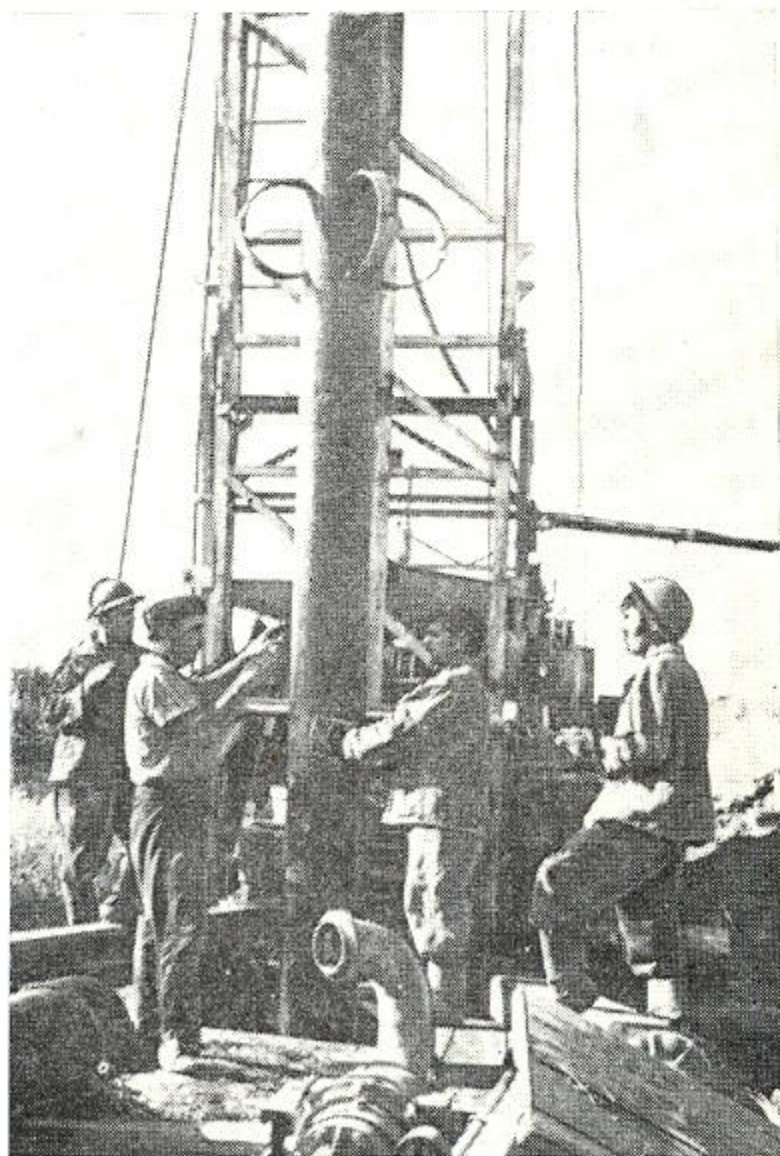


Рис. 4. Погружение
обсадной трубы в
скважину.

Fig. 4. Vertical drainage
well piping.

P18525. Подписано в печать 24/VIII 1976 г. Формат 60×90 1/16

Бумага мелованная. Печ. л. 0,75. Тираж 1500.

Договор № 325—76. Издательство «Узбекистан». Ташкент, Навои, 30.

Типография № 3 Госкомитета Совета Министров УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ташкент, ул. Хорезмская, 9.
Заказ № 2408.