

УДК 631.41: 628.8: 631.6
AGRIS P11

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/52/16>

ПОДБОР СОСТАВА ДРЕНАЖА И ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАННОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

©Талыбова Д. М., НПО «Гидротехника и мелиорация», г. Баку, Азербайджан

SELECTION OF DRAINAGE AND EVALUATION USED FILTER MEDIA

©Talybova J., Hydraulic Engineering and Melioration Scientific and Production Association,
Baku, Azerbaijan

Аннотация. Определены особенности подверженности суффозии песчаных грунтов в верхнем слое (5 м) почвогрунтов и даны расчетные данные гранулометрического состава фильтрующих материалов. Фактические и расчетные составы фильтров резко отличаются. При строительстве дренажа частицы более 20 мм песчано-гравийных грунтов сортируются и удаляются (40% по отношению к массе).

Abstract. The feature of running the suffosion of sand grounds in the top five-meter soil-ground layer where drainage is constructed on the basis of existing normative documents and granulometric composition of filter material was determined with reports. The actual and report contents of the filter differ sharply. Large particles (40% by weight) of more than 20 mm should be sorted out from the sand-gravel ground to be used for construction of drainage.

Ключевые слова: закрытый дренаж, фильтр дренажа, гранулометрический состав, гидравлический градиент, суффозия, заиление, дренажный модуль.

Keywords: covered drainage, drainage filter, granulometric composition, hydraulic gradient, sand ground, suffosion, siltation, drainage module.

Введение

В настоящее время самым распространенным способом осушения и рассоления сельскохозяйственных земель является горизонтальный трубчатый закрытый дренаж. Правильно спроектированный и качественно построенный дренаж очень долгое время работает не требуя дополнительных капитальных затрат на очистку и эксплуатационный ремонт. В качестве примера можно привести, дренажную систему Муганской опытно-мелиоративной станции, построенную в 1931 г., и которая до сих пор работает нормально и засоленные почвогрунты и грунтовые воды территории станции полностью опреснены. Однако, в мелиоративной практике известно много случаев, когда после строительства трубного дренажа он не обеспечивает своевременного отвода грунтовых вод, дает перебои в работе и заново реконструируется.

Практика и специальные исследования показывают, что одной из причин выхода из строя и уменьшения эффективности дренажной сети является ее заиление [1–3]. К факторам заиления дренажа относятся: большие градиенты потока фильтрации вблизи дрены, неправильный выбор фильтрующий обсыпки, некачественное строительство, недостаточный



уклон дренажных линий, малая скорость движения воды в дренах, нарушения технологических процессов и т. д.

Несмотря на то, что заилиение дренажа нежелательное и широко распространенное явление проектные и строительные организации на это особого внимания не обращают. В мелиоративных проектах по гранулометрическому составу фильтрующего материала не выделяют их значения, не предоставляются сведения о том, как фильтрующий материал используется в несортированном состоянии в виде гравийно–песчаной смеси из близко расположенных речных карьеров. Это приводит к заилиению дренажных линий в кратчайшем времени и даже в начальные этапы эксплуатации.

Объектом исследования являются песчаные грунты 0–5 метрового слоя почвогрунтов Зардобской зоны Прикуринской полосы Ширванской степи Азербайджанской Республики и песчано–гравийные материалы Турьянчайского карьера, использованные при строительстве дренажа в качестве фильтрующего материала.

Методика исследования

Расчетный состав дренажного фильтрующего материала определен на основе инструкции по проектированию гидротехнических сооружений (1965 г.) и норм проектирования (1987 г.) [4–5].

Гранулометрический состав и другие физико-механические сведения о песчано-гравийных грунтах Турьянчайского карьера взяты из фондовых материалов института «Азгипроводхоз».

Анализ и обсуждение

Литологическое строение почвогрунтов и суффозионная характеристика не связанных песчаных грунтов Зардобской зоны Прикуринской полосы Ширванской степи определены на основе литологических разрезов заложенных на глубину 5 м на территории построенного дренажа [3, 6].

Для этого 5 метровые разрезы сгруппированы следующим образом: разрезы с песчаными слоями, разрезы с супесными слоями; разрезы с песчаными и супесчаными слоями; разрезы, состоящие из суглинка на всю глубину; разрезы состоящие из глино–суглинистых слоев.

Литологические разрезы распространены по равнине равномерно и распределение разрезов по группам представлены в Таблице 1.

Таблица 1.
 ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ 5 МЕТРОВЫХ РАЗРЕЗОВ ЗАРДОБСКОЙ ЗОНЫ
 ПРИКУРИНСКОЙ ПОЛОСЫ ШИРВАНСКОЙ СТЕПИ

Объект	Площадь, га	Количество разрезов, шт.	Разрезы песчаными слоями, шт.	Разрезы супесными слоями, шт.	Разрезы песчаными и супесными слоями, шт.	Разрезы только суглинками, шт.	Разрезы только глинами, шт.	Разрезы с суглинками, и глинами, шт.
Прикуринская полоса	34442	139	26	58	41			14
Ширванской степи		100	18,7	41,7	29,5			10,1

Примечание: в знаменателе количество случаев, в числителе %.

Как видно из Таблицы 1 в Прикуринской полосе состоящей из аллювиальных отложений из общего количества разрезов (139 шт. 18,7%) являются песчаными слоями, 41,7% — супесчаными, а 29,5% — песчано–супесчаными прослойками.

Неучаствующие не связные песковыми и супесковыми слоями количество разрезов составляет всего 14 шт. или 10,1%.

В Прикуринской полосе толщина песчаного слоя в разрезах меняется от 0,5 м до 5,0 м. В 10% разрезов толщина песчаного слоя — 0,5 м, 20% — 1–2 м, 38% — 2 м, а 5% — 4 м. Средняя толщина песчаного слоя составляет 1,67 м.

Коэффициент неоднородности песчаных грунтов меняется от 2 до 100, они практически суффозирующие и диаметр частиц меняются от 0,005 мм до 0,05 мм, а их количество варьирует от 2% до 35%.

Дренажный фильтр (обсыпка) является одним из основных элементов дренажной призмы. Он защищает дрены от заиления и создает условия для поступления потока грунтовых вод в дрены подобно аналогичной работе «идеальных» дрен.

Таблица 2.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ
 ЗАРДОБСКОЙ ЗОНЫ ПРИКУРИНСКОЙ ПОЛОСЫ ШИРВАНСКОЙ СТЕПИ

<i>Диаметр частиц грунта, мм</i>							η_r	Δ	γ_r	m_r	$\frac{d_3}{d_{17}}$	N	<i>Суффозионные свойства</i>
d_{min}	d_3	d_{10}	d_{17}	d_{50}	d_{60}	d_{max}							
<i>Село Шыхбагы</i>													
0,001	0,001	0,006	0,011	0,025	0,032	1,0	5,3	2,75	1,68	0,39	0,09<N	0,33	суффозионные
<i>Село Чаллы</i>													
0,001	0,0015	0,008	0,012	0,03	0,04	1,0	5	2,74	1,70	0,38	0,12<N	0,31	суффозионные
<i>Село Гоша-оба</i>													
0,001	0,002	0,01	0,016	0,075	0,10	1,0	10	2,72	1,70	0,37	0,12<N	0,41	суффозионные
<i>Село Делигушчу</i>													
0,001	0,0015	0,012	0,02	0,085	0,12	1,0	10	2,69	1,64	0,39	0,10<N	0,45	суффозионные
<i>Село Бычагы</i>													
0,001	0,0025	0,016	0,022	0,095	0,13	2,0	8,1	2,61	1,67	0,36	0,11<N	0,35	суффозионные
<i>Село Шахгусейнли</i>													
0,001	0,006	0,017	0,036	0,10	0,19	2,0	8,2	2,71	1,67	0,38	0,17<N	0,38	суффозионные
<i>Село Делигушчу</i>													
0,001	0,01	0,020	0,070	0,16	0,23	3,0	8,7	2,79	1,72	0,37	0,14<N	0,35	суффозионные
<i>Село Гоша-оба</i>													
0,001	0,05	0,06	0,065	0,15	0,17	3,0	2,8	2,72	1,70	0,37	0,7 >N	0,18	Практически не подвергаются суффозии

В качестве дренажной обсыпки применяют песок, песчано–гравийную смесь, раздробленные камни (щебень) и др. Кроме перечисленных материалов используют и материалы из искусственных минеральных волокон (сизы, битум, дорнит и др.). По техническим условиям к дренажным покрытиям (обсыпкам) основные требования



нижеследующие: гранулометрический состав дренажного покрытия не должен подвергаться суффозии; коэффициент неоднородности дренажного покрытия должен быть больше 10; водопроницаемость дренажного покрытия должна обеспечить следующее условие:

$$K_s \geq (5 \div 20)K_q, \quad (1)$$

где, K_s и K_q — коэффициенты фильтрации дренажной покрытия и дренирующего грунта.

Малое значение (5) применяется при дренировании не связанных грунтов, а большое (20) при дренировании связанных грунтов. Толщина дренажного покрытия (T) должна быть:

$$T=(5-7) D_{85} \quad (2)$$

где, D_{85} — диаметр частиц в составе грунта по массе до 85%. В процессе работы для горизонтального дренажа толщины покрытия принимается не меньше 10 см. В составе фракций дренажной линии количество частиц диаметром меньше 0,1 мм не должно превышать 3–5%.

Выбор гранулометрического состава фильтрующего материала дренажного покрытия проводится в зависимости от характеристики возможных фильтрационных деформаций между дренируемыми грунтами и дренажным покрытием.

Для песчаных и гравийных грунтов такая деформация может быть перфорация и суффозия, а для связанных грунтов с числом пластичности больше 3,0 может быть деформация послойного выделения и поэтому способы выбора состава фильтрационных покрытий для не связанных песчано–гравийных и связанных глинистых грунтов различные. Несмотря на этом, при строительстве мелиоративных дренажных линий, где встречаются песчаные грунты, они могут быстрее заилить дрены. Поэтому на основании литологического строения грунтов мелиоративных объектов выбирается «расчетный грунт». В аллювиальных обложениях Зардобской зоны широко распространены песчаные грунты.

В территориях хозяйств Зардобской зоны Прикуринской полосы Ширванской степи в верхней 5-метровой почвогрунтовой толще песчаные слои характеризуются нижеследующими сведениями: диаметр частиц грунта $d_{\min}=0,001$ мм, $d_3=0,001-0,005$ мм, $d_{10}=0,006-0,06$ мм, $d_{17}=0,011-0,065$ мм, $d_{50}=0,025-0,15$ мм, $d_{60}=0,032-0,17$ мм, $d_{\max}=0,25-1,0$ мм; коэффициент неоднородности $\eta_q = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 3 \div 10$; объемный вес $\gamma_q = 1,68 - 1,70$ г/см³ удельный вес $\Delta = 2,61 - 2,75$ г/см³; порозность $m_q = 1 - \frac{\gamma}{\Delta} = 0,35 - 0,39$; коэффициент фильтрации $K_q = 0,012 \frac{\text{см}}{\text{сек}}$.

Расчеты состава фильтрующего дренажного покрытия проведены по инструкции ВНИИГиМ имени В. Е. Веденеева для случай критических условия работы дренажного покрытия в период промывки засоленных земель при контакте (связи) фильтрующего покрытия с естественными (природными) песчаными грунтами [4].

Суффозионные способности грунтов определяются ниже следующими зависимостями и представлены в Таблице 2:

$$\text{Для первого грунта: } \frac{d_3}{d_{17}} = \frac{0,001}{0,011} = 0,09 < N$$

$$N = (0,32 + 0,16\eta_q) \sqrt[6]{\eta_q} \frac{m_r}{1 - m_r} = (0,32 + 0,016 \cdot 5,3) \sqrt[6]{5,3} \frac{0,39}{1 - 0,39} = 0,33$$

Если $\frac{d_3}{d_{17}} = 0,09 < N = 0,33$, значит, данным грунт подвергается суффозию. Таким же способом определены суффозионные способности остальных грунтов.

Возможный максимальный процент выхода (по геометрическому критерию) из грунта подверженной суффозии определяется по нижеследующему (расчет произведен для подверженной грунта взятого из территории село Делигушчу). Максимальный диаметр (d_0^{maks}) фильтрационной по разности грунта определилась по зависимости:

$$d_0^{\text{maks}} = \chi C \frac{m}{1-m} d_{17} \quad (3)$$

где χ — коэффициент неупорядочности строение частиц грунта или коэффициент локальности суффозии.

$$\chi = 1 + 0,05\eta = 1 + 0,05 \cdot 8,7 = 1,44$$

$$C = 0,455 \sqrt[6]{\eta} = 0,455 \cdot \sqrt[6]{8,7} = 0,66$$

$$d_0^{\text{maks}} = \chi C \frac{m}{1-m} d_{17} = 1,44 \cdot 0,66 \cdot \frac{0,35}{1-0,35} \cdot 0,045 = 0,023 \text{ мм}$$

Максимальная величина (d_{ci}) частиц возможного выхода из грунта определяется по формуле.

$$d_{ci} = 0,7 \cdot d_0^{\text{maks}} = 0,77 \cdot 0,023 = 0,018 \text{ мм} \quad (4)$$

В данном грунте количество частиц диаметром меньше 0,018 мм составляет 8% и поэтому это грунт можно считать суффозионным.

Зная диаметр частиц фильтрационного покрытия дрены, коэффициент фильтрации грунта, контактирующего с дренажным покрытием и поток воды, поступающий на 1 пог. м дрены, можно определить градиент фильтрационного потока поступающий в дренаж:

$$j_p^{\text{mak}} = \frac{Q}{F \cdot K}, \quad (5)$$

где j_p^{mak} — максимальный градиент фильтрационного потока на месте входа потока в дренаж; F — фильтрационная поверхность дрены; $Q = q \cdot B$ количество воды поступающий в дренаж, см³/сек; расчетный дренажный модуль, л/сек/га; K — коэффициент фильтрации грунта, см/сек.

В период промывки дренажный модуль составил $q = 0,85$ л/сек/га, междреннее расстояние $B=400$ м и расход воды поступающий на 1 пог. м дрены составляет $Q=34$ см³/сек. Смоченный периметр песчано-гравийного дренажного покрытия по проектным материалам 180 см, а водопримная площадь составляет $F=18000$ см².

Тогда,

$$j_p^{\text{maks}} = \frac{34}{18000 \cdot 0,008} = 0,24 \quad (6)$$

Для определения диаметра аркообразующих частиц в составе грунта необходимо вычислить размеры частиц выносимым потокам фильтрации данного градиента напора по формуле:

$$d_{ci} = \frac{\beta J_p^{\text{maks}}}{\varphi_0 \sqrt{\frac{mq \cdot g}{\nu K_r}}} \quad (7)$$

где φ_0 — коэффициент критической скорости

$$\varphi_0 = \left(0,60 \frac{\gamma_q}{\gamma_s} - 1\right) \varphi_* \sin\left(30^\circ + \frac{0^\circ}{8}\right)$$

φ_* — определяется по графику, $\varphi_* = \varphi(\eta, m)$ или

$$\varphi_* = 0,82 - 1,8m + 0,0062(\eta - \eta_c) = 0,82 - 1,8 \cdot 0,35 + 0,0062(8,7 - 5) = 0,20$$

θ — угол между направлением фильтрации и силу тяжести, $\theta = 0^\circ$

m — порозность грунта

$$\varphi_0 = 0,60 \left(\frac{1,64}{1} - 1\right) 0,20 \sin\left(30^\circ + \frac{0^\circ}{8}\right) = 0,64$$

γ — коэффициент кинематической вязкости; g — ускорения свободного падения; β — коэффициент критической скорозапаса, $\beta = 1 - 1,5$

$$d_{ci} = \frac{\beta J_p^{\text{maks}}}{\varphi_0 \sqrt{\frac{mq \cdot g}{\nu K_r}}} = d_{ci} = \frac{1,5 \cdot 0,24}{0,04 \sqrt{\frac{0,35 \cdot 981}{0,01 \cdot 0,012}}} = 0,054 \text{ мм}$$

Гранулометрический состав грунта определяем по графику, количество таких частиц в грунте изменяется в пределах $20\% > 3\%$. В таком случае d_{ci} определяется по следующей зависимости

$$d_{cr}^{\text{hes}} = B \cdot d_3 \quad (8)$$

где $B=3-8$ — коэффициент учитывающий размеры пор в зависимости от построения частиц грунта.

Принимая $B=8$, определяя $d_3 = 0,012$ мм по графику получаем $d_{cr} = 8 \cdot 0,012 = 0,10$ мм

Принимая коэффициент неоднородности грунта $\eta_\phi = 10$, по зависимости $m_\phi = f(\eta_\phi)$ из графика определяем $m_\phi = 0,37$.

Согласно следующей зависимости определяем диаметр (D_{17}) частиц фильтрующего грунта:

$$D_{17} = \frac{1}{0,252 \sqrt[6]{10}} \frac{1 - m_{süz}}{m_{süz}} \cdot d_{cr} \quad (9)$$

$$D_{17} = \frac{1}{0,252 \sqrt[6]{10}} \cdot \frac{1 - 0,37}{0,37} \cdot 0,1 = 0,46 \text{ мм}$$

Гранулометрический состав не подвергающегося суффозии грунта определяем по следующей зависимости (М. Павчич):



$$\frac{D_i}{D_{\min}} = 1 + \left(\frac{P_i}{P_{10}}\right)^x \cdot \frac{\eta_{\text{süz}} - 1}{5\eta_{\text{süz}}} \quad (10)$$

$$X = 1 + 1,2 \quad \lg \eta_{\varphi} = 1 + 1,28 \cdot \lg 10 = 2,28$$

где P_i — количество в % частиц в грунте с диаметром меньше D_i ; D_{\min} — минимальный диаметр частиц в фильтрующем слое. $P_{10} = 10$

Определяем D_{\min} по зависимости (10) и по $D_{17}=0,46$ мм,

$$D_{\min} = \frac{D_{17}}{1 + (0,1 \cdot P_{17})^x} = \frac{0,46}{1 + (0,1 \cdot 17)^{2,28}} \cdot \frac{10 - 1}{5 \cdot 10} = 0,29 \text{ мм}$$

$D_{\min} = 0,29$ мм, $\eta = 10$ и $x=2,28$ зная этих значений по формуле (10) получаем

$$D_i = 0,29 + 0,052 (0,1 \cdot P_i)^{2,28} \quad (11)$$

Задавая различные значения $P_i=10 \dots 20 \dots 100$ определяем D_i - в (мм) (Таблица 3). По этим сведениям кривую (график) гранулометрического состава фильтрующего покрытия дрены не подвергающегося суффозии.

Таблица 3.

РАСЧЕТНЫЙ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА (мм)

D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}	D_{70}	D_{80}	D_{90}	D_{100}
0,34	0,54	0,93	1,62	2,85	3,41	4,71	5,70	7,79	10,10

По существующим нормативным документам в составе фильтрующего материала дренажных фильтров количество частиц диаметром $d < 0,1$ мм не должно превышать 3–5%.

Коэффициента фильтрации (K_{φ}) дренажного фильтра определяем по экспериментальной зависимости М. Павича.

$$K_{\varphi} = \frac{3,99 \cdot \varphi_1}{\nu} \sqrt[3]{\eta_s} \frac{m_s^3}{(1 - m_s)^2} D_{17}^2 \quad (12)$$

где φ_1 — коэффициент учитывающий форму и поверхности частиц. Для песчано-гравийных грунтов $\varphi_1 = 1$.

$$K_{\varphi} = \frac{3,99 \cdot 1}{0,01} \sqrt[3]{10} \frac{0,37^3}{(1 - 0,37)^2} \cdot 0,046^2 = 0,135 \text{ см/сек}$$

$$\frac{K_s}{K_q} = \frac{0,135}{0,012} = 11$$

По условию устойчивости фильтрации толщина дренажного покрытия должна быть $T \geq (5 \div 7)D_{85}$; а для предлагаемого фильтрующего материала $T = (5 \div 7)8 = 4 - 6$ см.

Таким образом, по условию устойчивости фильтрации толщина фильтрующего покрытия не должна быть меньше 6 см, однако учитывая производственные условия для горизонтальных трубчатых дрен эта толщина принимается не меньше 10 см.

Размеры водоприемных отверстий дренажных труб определяется и принимается по экспериментальной зависимости С. К. Абрамова [5]:

а) для круглых отверстий (в случае диаметр, $\eta_s > 2$)

$$D_{\text{отв}} = (3 - 4)D_{50} \quad (13)$$

б) для щелеобразных (ширина щелей, $\eta_s > 2$)

$$t_y = (1,5 - 2)D_{50} \quad (14)$$

где D_{50} — средний диаметр частиц фильтрующего грунта. По кривой гранулометрического состава $D_{50} = 2,35$ мм, тогда в дренажной линии ширина водоприемных щелей составляет

$$t_y = (1,5 - 2)35 = 3,42 - 4,5 \text{ мм}$$

Это означает, что при расположении дренажных труб впритык, условие (требование) непопадания частиц дренажного покрытия во внутрь дренажных линий обеспечивается.

При сравнении расчета гранулометрического состава дренажного фильтра и состава фактической песчано-гравийной смеси, используемой при строительстве дренажа установлено определяем, что природный Турианчайский карьерный грунт нельзя использовать как фильтрующее дренажное покрытие (обсыпки) без сортировки. Поэтому для использования этого материала в качестве как дренажного фильтра необходима его сортировка и выделении из состава частиц диаметром более 20 мм (40% по массу).

Выводы

Гранулометрический состав дренажного фильтра подбирается по расчету согласно существующим методическим показателем соответствия свойствам и грунтов мелиорируемого объекта. Состав фильтрующего материала используемого в мелиоративной практике состоит из частиц диаметром 0,1...10 мм и толщина фильтрующего материала не меньше 5–10 см. В этом случае обеспечивается надежная работа дренажа при использовании траншейных дреноукладочных машин.

Список литературы:

1. Мурашко А. И. Защита дренажа от заиления. Минск: Ураджай, 1978.
2. Зейналов А. Г. Исследование эффективности различных конструкций мелкого закрытого дренажа на засоленных глинисто-суглинистых почвогрунтах: дисс. ... канд. техн. наук. Баку, 1981.
3. Бехбудов А. К. Вопросы промывок и дренажа засоленных земель Кура-Араксинской низменности: сборник науч. трудов. М., 1973.
4. Рекомендации по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений. П 56-90/ВНИИГ. СПб., 1992.
5. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования: ВСН 33-2.2.03-86: М., 1987.
6. Гейдарова Р. М., Нагиев П. Ю. Изучение мелиоративного состояния почв Кура-Араксинской низменности на основе обработки космических изображений // Исследование земли из космоса. 2015. №1. С. 17-23. <https://doi.org/10.7868/S0205961415010029>

References:

1. Murashko, A. I. (1978). Zashchita drenazha ot zaileniya. Minsk, Uradzhai.
2. Zeinalov, A. G. (1981). Issledovanie effektivnosti razlichnykh konstruksii melkogo zakrytogo drenazha na zasolennykh glinisto-suglinistykh pochvogruntakh: Ph.D. diss. Baku.
3. Bekhbudov, A. K. (1973). Voprosy promyvok i drenazha zasolennykh zemel' Kura-Araksinskoj nizmennosti: sbornik nauch. trudov. Moscow.
4. Rekomendatsii po proektirovaniyu obratnykh fil'trov gidrotekhnicheskikh sooruzhenii. (1992). P 56-90/VNIIG. St. Petersburg.
5. Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Drenazh na oroshaemykh zemlyakh. Normy proektirovaniya: VSN 33-2.2.03-86: (1987). Moscow.
6. Heydarova, R. M., & Nagiyev, P. Y. (2015). Study of Meliorative Condition of Soils of Kura-Araks Lowland on Basis of Space Images Processing. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. Earth Observation and Remote Sensing*, (1), 17-23. <https://doi.org/10.7868/S0205961415010029>

*Работа поступила
в редакцию 01.02.2020 г.*

*Принята к публикации
09.02.2020 г.*

Ссылка для цитирования:

Талыбова Д. М. Подбор состава дренажа и оценка использованного фильтрующего материала // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №3. С. 161-169. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/52/16>

Cite as (APA):

Talybova, J. (2020). Selection of Drainage and Evaluation Used Filter Media. *Bulletin of Science and Practice*, 6(3), 161-169. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/52/16> (in Russian).