

УДК 622.224:622.271.7:624.138.3

В.Н. Морозов, Е.Л. Морозова

**ПОДГОТОВКА ИСКУССТВЕННЫХ СУШЕНЦЕВ
НА ОСНОВЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕДЕФОРМИРУЕМУЮ
ПОРИСТУЮ СРЕДУ АКТИВИРОВАННЫМ
РАСТВОРОМ РЕАГЕНТА**

Искусственными сушенцами при разработке россыпей называют торфа, которые содержат незначительное количество поровой влаги и, вследствие этого, могут разрабатываться современной землеройной техникой как в талом, так и в мерзлом состояниях. На эффективность подготовки искусственных сушенцев влияют силы сцепления между отдельными частицами, обусловленные содержанием льда. В связи с этим наибольшую прочность имеют торфа, поры которых целиком заполнены льдом – цементом. Критическая влажность песчаных пород составляет около 3,5 %. На вскрыше торфов подготовка сушенцевых зон позволяет вести круглогодичную разработку торфов выемочно-погрузочными машинами всех типов. Этот способ по сравнению с буровзрывным рыхлением обеспечивает наибольший экономический эффект и максимальную производительность землеройной техники. Ограничивающим фактором этого способа является водопроницаемость торфов.

Влажность породы в условиях равновесия по мере роста высоты над фреатической поверхностью снижается с полной влагоемкости до минимума. Количество влаги, соответствующее водоудерживающей способности может удерживаться в торфах

неопределенно долго за счет действия капиллярно-сорбционных сил. Капиллярные силы направлены в сторону меньшей влажности. С увеличением дисперсности и снижения влажности торфов абсолютная величина капиллярных сил возрастает, а влагопроводность падает. Таким образом, понижение фреатической поверхности зависит от действия гравитационных сил. Поэтому пригодными для подготовки искусственных сушенцев считаются торфа с содержанием глины не более 5 % и с коэффициентом фильтрации 3 – 4 м/час. Для исследования возможности расширения области применения этого способа были проведены опытно-промышленные исследования на месторождении «Мамонт» по подготовке искусственных сушенцев с содержанием глины в торфах до 15 %. Идей работы явился способ подготовки сушенцевых зон с предварительной фильтрацией в блоке активированного раствора реагента. В качестве реагента использовался раствор хлорного железа, который подвергался температурной активации в течении 30 мин. Температура активации составила 60-80 °С. Оттаивание торфов мощностью до 5 м проводилось с помощью фильтрационно-дренажного способа. Дренажная канава проходила по периферии полигона, что позволило полно-

стью перехватить грунтовый поток. Уклон откосов составлял 1:1,25, а поперечное сечение канавы рассчитывалось на пропуск максимальных расходов. В связи с существованием капиллярной каймы глубину оттаивания увеличивали до отметок, расположенных ниже подошвы подготавливаемого слоя на величину капиллярного поднятия. Как правило эта величина не превышает 0,2 м.

Исследования показали, что температурная активация раствора реагента вызывает изменение его структуры, что приводит к временному изменению его физико-химических свойств. Такой раствор реагента обладает в течение определенного времени своеобразной «памятью» о его температурной активации и после его охлаждения (время релаксации не установлено). Скорость фильтрации такого раствора реагента повышается в 2-4 раза [1]. Расход реагента был установлен изменением электрокинетического потенциала и составил 80 – 100 г на 1 т глинистого грунта. Дальнейшее увеличение расхода реагента не сопровождается повышением водопроницаемости грунтов. В этой связи установлено, что снижение дзета-потенциала глинистых частиц с увеличением концентрации раствора реагента проявляются только с определенных ее значений. При этом различен и характер изменения дзета-потенциала для каждого расхода реагента. Установлено, что оптимальная величина концентрации раствора реагента при его активации составляет 40-50 % для каждого расхода.

Расстояние между дренажными выработками увеличивается в соответствии с увеличением скорости фильтрации активированного раствора реагента, что позволяет снизить затраты на выемочные работы. Коэффициент фильтрации активиро-

ванного раствора реагента определялся по формуле

$$K_{\phi} = 1,07 - 0,042 \cdot C_{гг} + 0,0168 \cdot t_0 + 0,0004 \cdot C_{гг}^2 \cdot t_0 - 0,00008 \cdot t_0^2, \quad (1)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сут; $C_{гг}$ – содержание глины в грунтах, %; t_0 – температура активации раствора реагента, град.

Расстояние между выработками (канавами) определялось по формуле

$$l = \sqrt{2 \frac{K_{\phi} T_0 T_6 v_0}{\mu_{сп} v H_m} \cdot \left| \ln \frac{\alpha t \mu_{сп}}{2 T_0 T_6 K_{\phi}} \right|}, \quad (2)$$

где t – продолжительность фильтрации раствора реагента, сут; $T_в$ – мощность водоносного слоя, м; v – вязкость раствора реагента, $мПа \cdot с$; v_0 – вязкость воды, $мПа \cdot с$; T_0 – продолжительность обработки грунтов раствором реагента, сут; $\mu_{сп}$ – коэффициент гравитационной водоотдачи, доли ед.; H_T – мощность торфов, м; α – безразмерный параметр, доли ед.

При фильтрации активированного раствора реагента, размещенного в дренажных канавах, вектор скорости фильтрации направлен горизонтально и будет одинаковым во всех точках, принадлежащих одной вертикальной прямой. Следовательно, в рассматриваемом случае мы наблюдаем плоскую фильтрацию (в плане) при изучении которой достаточно ограничиться рассмотрением движения частиц фильтрующего активированного реагента, принадлежащих только одной из горизонтальных плоскостей. Это движение соответствует основному уравнению безнапорной установившейся фильтрации в недеформируемой пористой среде. Для условий неограниченного потока уравнение движения границы раздела имеет вид

$$\frac{dl}{dt} = \frac{Q}{2\pi \cdot n_0 \cdot ml} \cdot \exp\left(-\frac{l^2}{4aT}\right), \quad (3)$$

Где n_0 – активная пористость среды, м³; m – коэффициент, определяемый по опытным данным; l – величина влияния радиуса живого сечения пространства активированного раствора реагента, м; T – продолжительность обработки торфов реагентом, сут.; a – коэффициент, характеризующий способность пласта торфов как системы проводить с той или иной скоростью созданные в нем изменения пьезометрического уровня или давления, м²/сут; Q – расход активированного раствора реагента, м³/сут.

Принимая во внимание, что содержание глины в торфах достигало 15 %, к подготовке искусственных сушенцев приступали только при положительных результатах приближенных расчетов времени понижения фреатической поверхности, т.е. к дренированию пород приступали только после получения необходимой

водопроницаемости торфов перед наступлением отрицательных температур воздуха.

Учитывая уравнение движения границы раздела фаз продолжительность понижения фреатической поверхности определялась по уравнению

$$T_\phi = \frac{n_0 m}{q_0} \left[l_n - \frac{Q}{2\pi q_0} \cdot l_n \left(1 + \frac{2\pi q_0}{Q} l_n \right) \right], \quad (4)$$

где q_0 – дебит, затрачиваемый на заполнение дренажной канавы или восполнение утечки из нее воды, м³/сут; l_n – расстояние проникновения активированного раствора от дренажной канавы, м.

Таким образом, предварительная подготовка торфов активированным раствором реагента позволила создать искусственные сушенцевые зоны в грунтах с содержанием глины до 15 % и снизить затраты на вскрышу на 20-30 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 934011 СССР. Способ подготовки глинистых грунтов к промывке/В.Н.Морозов, М.В.Верхотуров. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений 01.05.1992 г.

2. Гольдман В.Г., Знаменский В.В., Чистопольский С.Д. Гидравлическое оттаивание мерзлых горных пород/Труды ВНИИ-

1.- 1970, т. XXX.- 440 с.

3. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П. Проницаемость и фильтрация в глинах. – М.: Недра, 1986. – 161 с. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Морозов В.Н. – кандидат технических наук, доцент,
Морозова Е.Л. – кандидат технических наук, доцент,
Сибирский Федеральный университет.

Статья представлена Сибирским Федеральным университетом.

