

*Дрогалина Т.А.,  
студент магистр,  
2 курс, институт «Архитектуры, строительства и транспорта»  
Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, г. Тамбов*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТКОВЫХ СВАЙ ПРИ УПЛОТНЕНИИ СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ**

***Аннотация:** рассмотрено устройство и случаи применения известковых свай при уплотнении слабых водонасыщенных грунтов. Исследованы этапы уплотнения. Сделаны выводы о достоинствах и недостатках применения данного метода.*

***Ключевые слова:** известковые сваи, водонасыщенный грунт, уплотнение, поровая вода.*

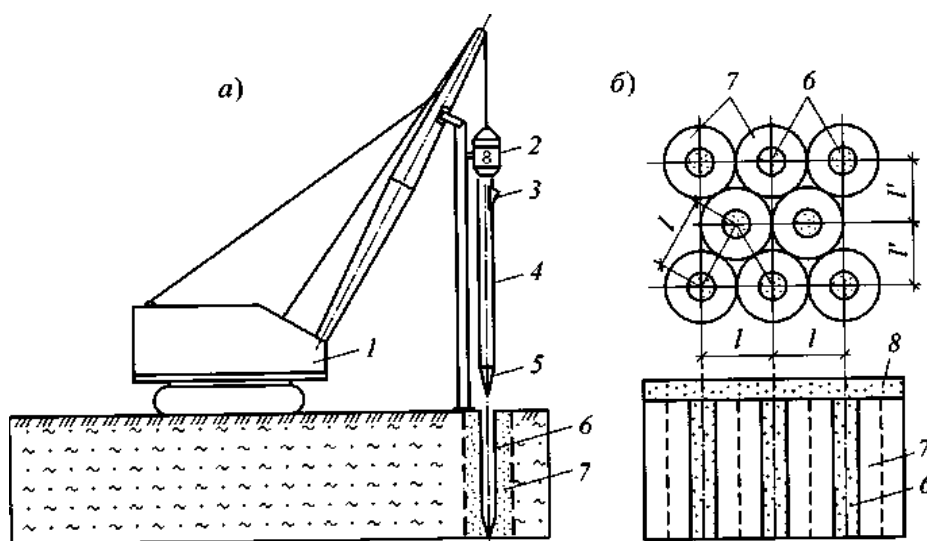
***Abstract:** the device and cases of using lime piles for compaction of weak water-saturated soils are considered. The stages of compaction are studied. Conclusions are made about the advantages and disadvantages of using this method.*

***Keywords:** lime piles, water-saturated soil, compaction, pore water.*

Известковые сваи применяются для глубинного уплотнения слабых водонасыщенных грунтов большой толщины (до 10 м и более) с показателем текучести  $I_L \geq 0,5$ .

Устройство известковых свай происходит следующим образом. В слое водонасыщенного грунта пробуривают скважину диаметром 30-50 см. В случае если грунты не удерживают вертикальных откосов, то скважины устраивают с помощью погружения обсадных труб с раскрывающимся нижним концом до требуемой отметки. Затем труба поднимается, скважины заполняются негашеной комовой известью высотой около 1 м и уплотняются трамбовкой

массой 300-400 кг, погружаемой внутрь трубы. После этого снова засыпают слой извести и утрамбовывают и т.д.



**Рисунок 1. Оборудование (а), план и разрез (б) расположения известковых свай:**

**1 – кран-экскаватор; 2 – вибропогружатель; 3 – приемное отверстие;  
4 – инвентарная труба; 5 – раскрывающийся наконечник;  
6 – полость скважины; 7 – уплотненная зона; 8 – песчаная подушка**

При этом способе слабые водонасыщенные грунты уплотняются в несколько этапов.

Прежде всего, уплотнение грунта происходит за счет погружения в него трубы с закрытым концом. Трамбование в скважине негашеной извести способствует некоторому расширению сваи в диаметре, что вызывает дополнительное уплотнение грунта.

Взаимодействуя с поровой водой водонасыщенных грунтов, негашеная комовая известь гасится. За счет гашения извести увеличивается диаметр известковых свай на 60-80%, что также приводит к дополнительному уплотнению грунта вокруг свай.

Зона уплотнения вокруг известковой сваи:

$$D = d \cdot \left[ \frac{P + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}{P_p + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi} \right]^{\frac{1 + \sin \varphi}{2 \sin \varphi}},$$

где  $P$  – давление, под действием которого происходит уплотнение окружающего массива,  $\kappa\text{Па}$ :

$$P = P_1 + P_2 - 2 \cdot c \cdot \cos \varphi / (1 - \sin \varphi).$$

За счет гашения извести температура в свае достигает около  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в результате чего выделяется много тепла. Влажность грунта уменьшается в результате испарения большого количества поровой воды, которое происходит под действием высокой температуры. При понижении степени влажности до  $0,7$  грунт уплотняют тяжелыми трамбовками. Если степень влажности выше данного значения, то грунт при трамбовании не уплотняется, а разрушается, происходит выпор грунта из-под трамбовки.

Негашеная комовая известь, взаимодействуя с грунтом, способствует физико-химическому закреплению грунта в зоне, смежной с поверхностью сваи, при этом увеличиваются прочностные и деформационные характеристики грунтов.

Известковые сваи водонепроницаемы в отличие от песчаных свай, поэтому их дренажные свойства протекают в течение короткого промежутка времени, пока происходит гашение извести. В связи с этим в некоторых случаях целесообразно устройство известковых и песчаных свай совместно.

Разные заводы выпускают известь с различными свойствами. Для известковых свай необходимо использовать такую известь, активность которой более  $75\%$ . Использование доломитовой извести для устройства известковых свай нецелесообразно.

Известковые сваи изготавливаются из местных материалов, поэтому, стоимость искусственного основания не высока.

Как правило, после устройства известковых свай производят уплотнение грунта тяжелыми трамбовками, а над известковыми сваями устраивают песчаную подушку  $2-3\text{ м}$ , которая также уплотняется тяжелыми трамбовками.

Таким образом, метод применения известковых свай является действенным для упрочнения слабых водонасыщенных грунтов. Их эффективность заключается в том, что при взаимодействии негашеной комовой извести с поровой водой водонасыщенных грунтов происходит отжатие поровой воды в известковую сваю, за счет чего степень водонасыщения грунтов резко уменьшается, а также за счет уплотнения грунта между известковыми сваями.

Также преимуществом данного метода является простота изготовления известковых свай и использование несложного оборудования.

Недостатком метода является практическая водонепроницаемость известковых свай после их гашения. Это снижает их эффективность при работе в водонасыщенных грунтах, поскольку их дренажное свойство действует в течение короткого промежутка времени.

#### **Использованные источники:**

1. Абелев М.Ю. Слабые водонасыщенные глинистые грунты как основания сооружений. – М.: Стройиздат, 1973.– 288 с.
2. Антонов В.М., Леденев В.В., Скрылев В.И. Проектирование зданий при особых условиях строительства и эксплуатации. Учеб. пособие. – Тамбов: Издательство Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 240 с.