

УПЛОТНЕНИЕ НАМЫВНЫХ И ПОДСТИЛАЮЩИХ СЛАБЫХ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ ГИДРОВЗРЫВОМ

*А. М. Самедов, докт. техн. наук (НТУУ КПИ),
П. С. Шиллюк, инж. (ДСК-4, Киев)*

Наведено результати комплексних експериментально-теоретичних досліджень з ущільнення намивних і слабких підстиляючих ґрунтів основ будівель та споруд гідровибухом на заплавах територіях. Отримано дані щодо зміни фізико-механічних властивостей цих ґрунтів при дії гідровибуху в комбінації лінійних та накладних зарядів.

Главным направлением территориального развития крупных городов и поселков в настоящее время стало освоение ранее непригодных для строительства земельных участков, так называемых пойменных территорий, которые не использовались для сельскохозяйственных нужд. Пойменные территории залегают в основном на заболоченных, заторфованных, заиленных, лессовых, мелкодисперсно-овражно-песчаных, слабо аллювиальных (супеси, суглинки), галечных и твердоглинистых (спондиловая глина) отложениях. Хотя технология намыва требует срезать высокопористые и малопрочные подстиляющие слои до намыва, инженерная практика показывает, что эти требования не всегда выполняются и после намыва под песчаным слоем остаются линзы из слабых грунтов.

Как известно, интенсивное освоение пойменных территорий осуществляется способом гидромеханизированного намыва песка из рек, озер и морей, которые находятся ближе к намываемым участкам. Применение этого способа позволяет полностью механизировать технологии намыва и объединить в единый цикл процесс разработки, транспортировки и укладки грунта.

В Киеве намывались пойменные территории под жилой массив Русановка, Березняки, Лесной массив, Сырец, Дарница, Левобережная, Оболонь, Позняки, Троещина и т.д. В Украине намыв территорий под строительства ведется, кроме Киева, в Днепропетровске, Херсоне, Черкассах, Харькове, Запорожье, Днепродзержинске и других городах.

Анализ проектирования и строительства на намывных территориях показывает недостаточную изученность физико-механических свойств намывных и подстиляющих грунтов с учетом их региональных особенностей, отсутствие строительных норм, регламентирующих документов на изыскание, проектирование и строительство зданий и сооружений, что нередко приводит к нерациональным и ошибочным решениям при застройке пойменных земель. Отсюда вытекает актуальность проблемы, перспективность работы и народнохозяйственная значимость проведения комплексных исследований по уплотнению

намывных и подстилающих грунтов оснований зданий и сооружений. К таким же выводам приходят некоторые ученые, например С. А. Слюсаренко, Г. П. Степаненко, М. А. Глотова, М. Ф. Новиков, Д. Л. Меламут, В. И. Каминская, Ю. И. Седых, В. И. Глевицкий, П. Д. Лобасов, Л. М. Равинский и др.[1–5].

Некоторые существующие нормативные документы [7, 8] недостаточно характеризуют действительную работу оснований зданий и сооружений на намывных грунтах.

На намывных территориях обычно строятся 5–16-этажные жилые здания с подземными гаражами, офисами, производственными корпусами, которые передают значительные нагрузки на намытую толщу и предъявляют высокие требования к физико-механическим свойствам намывных и подстилающих слоев грунта.

Вследствие специфических особенностей укладки искусственно намытые пески существенно отличаются от песков многовекового естественного залегания. В момент намыва песка нарушается структура, прочностные параметры резко снижаются, грунт находится в водонасыщенном состоянии. Подстилающие грунты под намывными песками пропитываются водой. С течением времени поверхность фильтрационного потока в намывном грунте постепенно снижается и протекает процесс консолидации грунта. В процессе консолидации намывной песок из водонасыщенного состояния переходит во влажное, мало-влажное и сухое. Консолидация намывных песков в зависимости от крупности частиц происходит быстро (в течение 4–6 месяцев), а в подстилающих слабых слоях из аллювиальных отложений процесс может продолжаться длительное время – до 40 лет и более. Мощность намывного песка колеблется от 1,5 до 15 м и более. Обычно применяется намыв глубиной 6–12 м.

Намывной песок от собственного веса уплотняется (удельный вес может достигать 14,2–17,6 кН/м³), но уплотнение происходит неравномерно, поры освобождаются от воды и в большинстве случаев песок имеет рыхлую структуру без сцепления. Коэффициент пористости намывного песка колеблется от 0,46 до 0,75. Естественно, намывной песок с такой плотностью не может обеспечить несущую способность оснований зданий и сооружений, к тому же со слабым подстилающим грунтом, который нуждается в дополнительном уплотнении или закреплении.

Существуют различные методы уплотнения и закрепления намывных грунтов и слабых подстилающих слоев, однако эти методы являются недостаточно надежными и эффективными и требуют больших расходов материальных ресурсов и трудовых затрат.

Более эффективным и надежным является уплотнение намывных и слабых подстилающих слоев гидровзрывом линейных зарядов с накладными зарядами, технология производства которых несложна и доступна для выполнения любыми строительными организациями.

Технологический процесс уплотнения намывных и слабых подстилающих грунтов энергией гидровзрыва осуществляется с учетом местных условий с применением:

предварительного увлажнения слоя намывного песка и подстилающего слоя до оптимальной влажности 14–16 %, когда они находятся в маловлажном (степень влажности 0,25–0,5) и полусухом (0–0,25) состоянии;

линейных зарядов различного диаметра в зависимости от наличия патронированного взрывчатого вещества (ВВ) и с учетом расстояния между смежными зарядами;

инженерно-геологических и гидрогеологических данных намывных и подстилающих слоев.

Для оценки степени уплотнения способом гидровзрыва производится опытное уплотнение несколькими скважинами на строительной площадке при нормальной влажности грунта (14–16 %), определяются физико-механические показатели и сопоставляются с данными, предусмотренными проектом. Затем корректируется методика уплотнения.

Технологический процесс уплотнения намывных и подстилающих грунтов гидровзрывом выполняется в следующей последовательности:

подводится водопровод для замачивания площадки до оптимальной влажности котлованным или траншейным способом и устанавливаются водомеры;

разрабатывается котлован или траншея под зданием или сооружением для замачивания оснований с учетом просадки в процессе уплотнения (примерно 0,6–1,5 м выше отметки подошвы фундамента);

бурятся дренажно-взрывные скважины;

устанавливаются инвентарные асбестоцементные или металлические трубы или деревянные коробки диаметром 100–150 мм, предотвращающие попадание в дренажно-взрывные скважины инородных тел;

устанавливаются поверхностные и глубинные марки;

нивелируются поверхности площадки и окружающей территории до и после гидровзрыва;

намывной и подстилающий грунты замачиваются до оптимальной влажности;

внутри дренажно-взрывных скважин устанавливаются гидроизолированные заряды (опускаются в инвентарные трубы), инвентарные трубы извлекаются и формируется сеть взрывания;

производятся взрывы сериями по проекту;

обмеряются диаметр и глубина полости после гидровзрыва;

полость засыпается малосжимаемым материалом (песок, щебень, гравий) с послойным уплотнением трамбовкой весом до 5 т (глубина слоя 30–40 см).

Глубина зоны уплотнения намывных и подстилающих слабых грунтов выбирается с учетом глубины активной зоны оснований под зданиями и сооружениями, то есть на 1,5–2 м ниже линии нижней границы сжимаемой толщи (НГСТ). Последняя определяется расчетом оснований и фундаментов данных зданий или сооружений при проектировании. Отметка НГСТ известна до начала строительства объекта.

Для производства гидровзрывных работ следует применять водоустойчивые патронированные и гранулированные ВВ. Рекомендуется использовать

патронированные ВВ в стандартных патронах диаметром 36–90 мм, длиной 250–500 мм и весом 1,2–3,25 кг. Примерный расход ВВ на одну скважину приведен в табл. 1 (эти данные уточняются при взрывах опытных скважин).

Таблица 1. Расход ВВ на одну скважину при различной мощности намывного и подстилающего слоя

Диаметр заряда, м	Линейная плотность заряда, кг/м	Расход ВВ на одну скважину, кг, при мощности намывной и подстилающей толщи, м				Ориентировочный диаметр полости, м
		10	15	20	25	
0,036	0,6	6	9	12	15	0,4–0,6
0,050	1,2	12	18	24	30	0,6–0,8
0,075	2,2	22	33	44	55	0,8–1,2
0,090	3,6	36	54	72	90	1,3–2,0

Для взрывания линейных зарядов ВВ применяют электрический способ инициирования. Вдоль заряда в две нитки укладывается детонирующий шнур, к которому крепится электродетонатор, подключаемый к электрической сети. Подготовленные взрывные скважины на строительной площадке объединяют в группы с сохранением расстояния между ними в соответствии с проектом (рис. 1). Для уменьшения осыпи в образующихся при взрывах полостях применяют накладные заряды, установленные в верхней части линейных зарядов (рис. 2, а). Одновременно взрывается группа зарядов (например № 1), расположенных друг от друга на расстоянии, обеспечивающем небольшое количество осыпи (обычно не менее 6–10 м). После группового взрыва № 1 (см. рис. 1), замера параметров образованных полостей, засыпки полостей малосжимаемым материалом, его увлажнения и уплотнения подготавливается следующая серия зарядов, устанавливаемых в промежутках между заполненными полостями по новой сетке скважин № 2 и т.д.

При одновременном взрыве линейных и накладного зарядов диаметр воронки уменьшается (рис. 2, б). Толщина накладного заряда должна быть не менее 10–12 мм. С увеличением диаметра образуемой полости возрастает требуемая масса накладного заряда, однако максимальная масса должна быть ограничена согласно требованиям нормативного документа [6].

Взрывные работы производятся специализированной подрядной организацией с соблюдением требований «Техники безопасности в строительстве» и «Единых правил безопасности при взрывных работах» [6].

Способом гидровзрыва можно получить высокий (до 19,2–21 кН/м³) удельный вес упаковки намывных рыхлых песков и слабых подстилающих грунтов. Например, лессовый грунт естественного залегания, обладающий большой пористостью (46–60 %) и низким удельным весом (13,2–15,6 кН/м³), после гидровзрыва может иметь удельный вес 16,5–18,5 кН/м³, что приближается к критическому удельному весу (19–21 кН/м³) данного грунта.

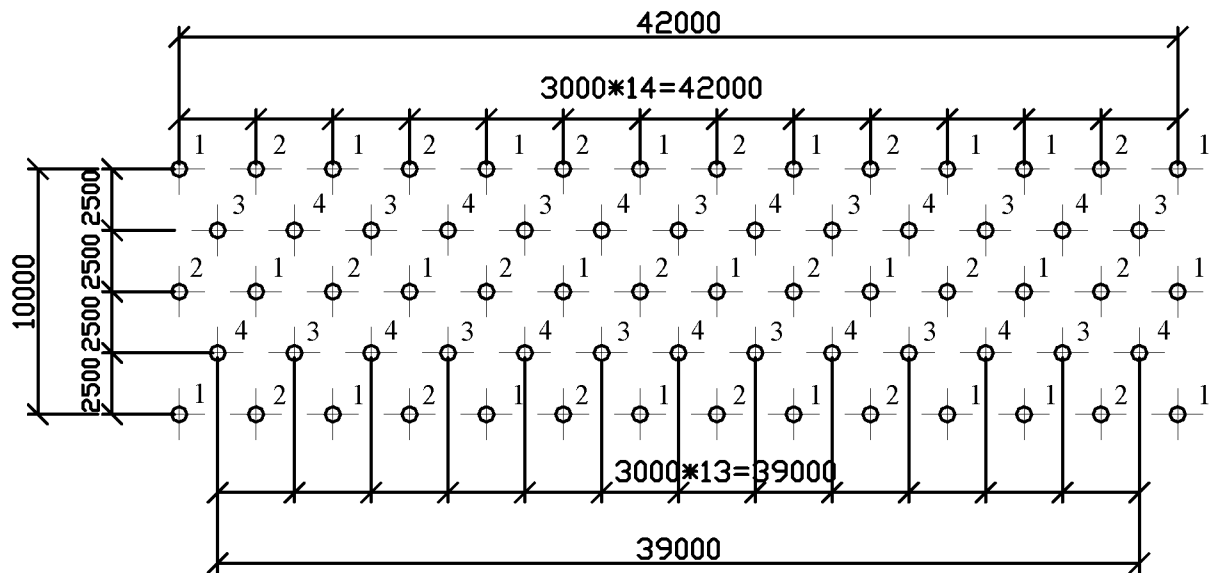


Рис. 1. Схема взрывания методом накладных сеток: 1 – первая серия взрывов (23 скважины); 2 – вторая серия взрывов (22 скважины); 3 – третья серия взрывов (14 скважин); 4 – четвертая серия взрывов (14 скважин)

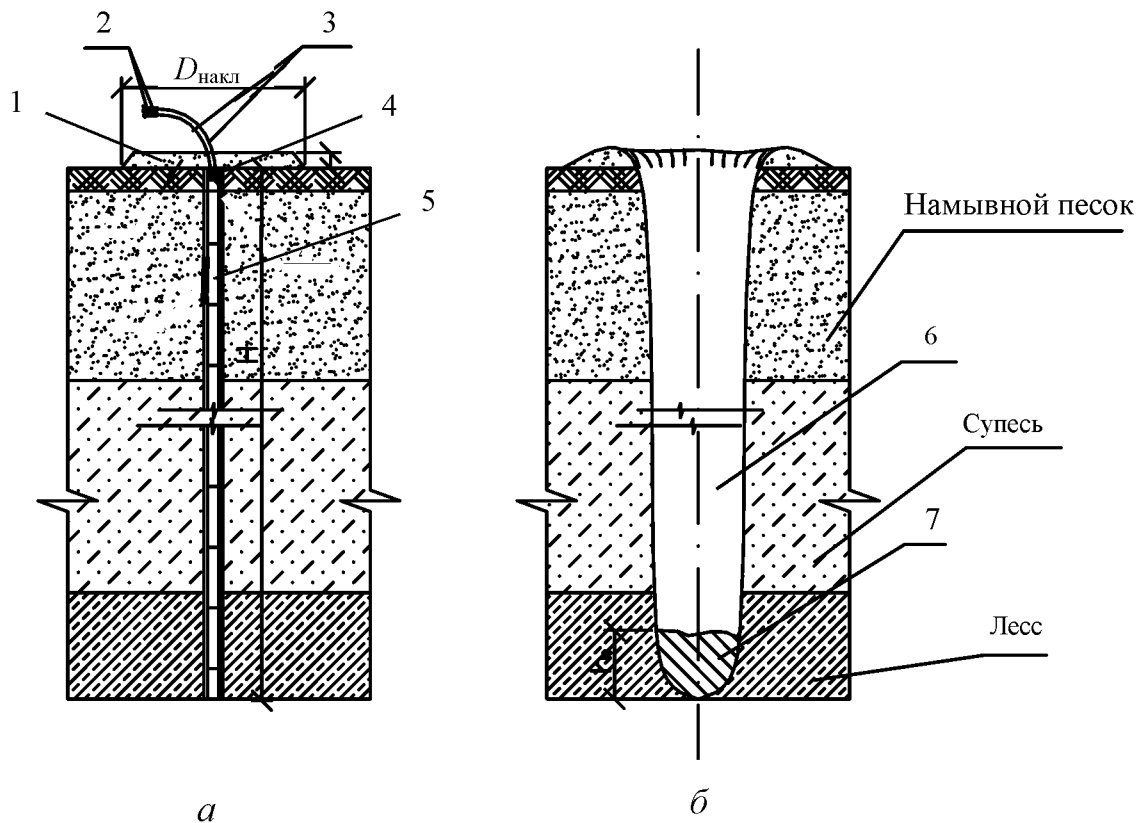


Рис. 2. Схема образования полостей с применением накладного заряда: 1 – накладной заряд; 2 – электродетонаторы; 3 – детонирующий шнур; 4 – забойка; 5 – патроны ВВ; 6 – образованная полость; 7 – грунтовая осыпь

Уплотненный массив намывного и слабо подстилающего грунта позволяет применять ленточные или перекрестные балочные фундаменты для зданий 5–9-этажных жилых домов, плитные и свайные фундаменты из забивных,

бурунабивных или буруинъекционных свай для 9–16-этажных зданий. При строительстве высотных зданий (более 25 этажей) на намывных грунтах следует применять сваи, прорезывающие всю толщу намывного и слабо подстилающего слоя грунта и опирающиеся на более плотные грунты подстилающего слоя, например скальной породы, крупнозернистого песка, твердой спондиловой глины.

Выводы

На основе комплексных экспериментально-теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Надежным и эффективным способом уплотнения намывных песков и подстилающих слабых грунтов является гидровзрыв линейных и накладных зарядов.

2. Гидровзрывной способ уплотнения позволяет формировать рыхлые песчаные и высокопористые подстилающие грунты более плотной упаковки, изменять физико-механические свойства, ускорять консолидационные процессы, протекающие в водонасыщенных грунтах, увеличивать прочностные параметры грунтового основания на всю толщу активной зоны зданий и сооружений.

3. Уплотнение намывных песков и слабых подстилающих слоев гидровзрывным способом позволяет применять более экономичную конструкцию фундаментов зданий и сооружений.

1. Слюсаренко С. А., Степаненко Г. П., Глотова М. А. и др. Проектирование и устройство фундаментов на намывных песчаных грунтах. – К.: “Будівельник”, 1990. – 129 с.

2. Намыв площадей для строительства / М. Ф. Новиков, Д. Л. Меламут, В. И. Каминская, Ю. И. Седых. – М.: Стройиздат, 1984. – 238 с.

3. Глевицкий В. И. Гидромеханизация в транспортном строительстве. М.: “Транспорт”, 1988. – 271 с.

4. Лобасов П. Д. Проектирование и намыв территорий, подлежащих застройке. – М.–Л., Госстройиздат, 1956. – 184 с.

5. Равинский Л. М. Подготовка территории жилого массива гидромеханизированным способом. – В кн.: Новое на объектах и предприятиях гидромеханизации, Ч. 2. – К.: Будівельник. – 1964. – С. 26–34.

6. Единые правила безопасности при взрывных работах. – М.: Недра, 1972. – 86 с.

7. Инструкция по проектированию и устройству оснований и фундаментов гражданских и промышленных зданий на намывных песчаных грунтах в г. Киеве: ВСН 3-86. – К., 1986. – 48 с.

8. СНиП 2.02.01-83: Основания зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1985. – 40с.