

Литература

1. Арутюнов А. Е., Удодов Д. А., Борхович С. Ю., Васильев В. А. Диагностика газовых скважин, оборудованных фильтрами, по результатам газодинамических исследований // Проблемы капитального ремонта скважин и эксплуатации ПХГ. Сборник научных трудов СевКавНИПИгаза, Ставрополь, 2001 г., вып. 34. С. 71-77.
2. Выполнить разработку по оптимизации режима эксплуатации ПХГ, созданных в слабосцементированных коллекторах с учетом знакопеременных нагрузок и длительности их работы. М.: ВНИИГаз, 1993.
3. Прогноз выноса песка и обоснование предельных дебитов по фонду скважин Касимовского ПХГ. М.: ВНИИГаз, 2011.

УДК 624.154.1

**Галай Борис Федорович, Сербин Виталий Викторович,
Плахтюкова Виктория Сергеевна**

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ВЗРЫВООПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРИКУМСКОГО ЗАВОДА ПЛАСТМАСС (ООО «СТАВРОЛЕН») В Г. БУДЕННОВСК

Взрывоопасные объекты крупнейшего в России нефтехимического комплекса были вначале за-проектированы на ненадежных забивных сваях в просадочных грунтах. В отличие от «Атоммаша» в г. Волгодонске, предаварийную ситуацию в Буденновске удалось предотвратить в процессе строи-тельства, а в некоторых случаях отказаться от свай. Рекомендовано изучить состояние фундаментов после 40 лет их эксплуатации в агрессивно-сульфатных грунтовых водах и повышенной сейсмичности площадки.

Ключевые слова: взрывоопасные объекты, просадочные грунты, проектирование свайных фун-даментов.

Galay Boris F., Serbin Vitaly V., Plakhtyukova Viktoria S.
ISSUES IN DESIGNING PILES FOUNDATION FOR POTENTIALLY EXPLOSIVE FACILITIES AT PRIKUMSKY PLASTICS PLANT (JSC STAVROLEN) IN CITY OF BUDENNOVSK

The potentially explosive facilities of Russia's largest oil-chemical plant were initially designed on improper piles in subsiding soils Unlike Atommas (City of Volgograd, Russia), the emergency in Budennovsk was averted at the stage of construction, and in some cases the pile construction was rejected. It is recommended that the fundament be examined after 40 years of being used in aggressive sulfate ground waters and increased seismic activity of the site.

Key words: explosive facilities, subsiding soils, piles foundation design.

Прикумский завод пластмасс с самого начала был запроектирован как крупнейший в мире ком-плекс по производству высококачественного полиэтилена, затем он был переименован в ПО «Став-ропольполимер» и ныне ООО «Ставролен» как дочернее предприятие ОАО «ЛУКОЙЛ». Сегодня это крупнейший нефтехимический комплекс России с высокотехнологичным оборудованием, который производит полиэтилен, пропилен, бутилен, бензол нефтяного и других производств (рис. 1). Став-ролен является основным градообразующим предприятием Буденновска, на котором трудится более трех тысяч человек, ежегодно отчисляет в бюджет края свыше 1 млрд. рублей.

Площадка завода расположена к западу от жилой застройки. Территория Буденновска характе-ризуется сплошным распространением просадочных лёссовых грунтов [1], которые с самого начала осложнили строительство взрывоопасных объектов Прикумского завода пластмасс.



Рис. 1. Завод ООО «Ставролен» в г. Буденновске

7.10.1975 г. один из авторов передал в Ставропольский крайком КПСС, дирекции Прикумского завода пластмасс и тресту «Промстрой-2» заключение «По вопросу надежности свайных фундаментов, запроектированных под промышленные объекты завода пластмасс в г. Буденновске), которое не только остановило стройку крупнейшего в мире завода, но и решило его судьбу на многие годы вперед. В сопроводительном письме дирекции СевКавПНИИИС Госстроя СССР было указано: «В настоящее время отсутствуют официально утвержденные нормативы по проектированию свайных фундаментов на просадочных грунтах. Наиболее надежные данные о несущей способности свай могут быть получены путем их натуральных испытаний с замачиванием грунтов.

В отчете по испытанию несущей способности свай на промплощадке завода пластмасс (СевКавГИСИЗ, г. Краснодар, 1974 г.) имеются методические ошибки, способные привести к необоснованному завышению несущей способности свайных фундаментов. Кроме того, проектными институтами не предусмотрены испытания свай по специальной программе, моделирующей возможность замачивания просадочных грунтов. Известно, что натурные испытания свай под жилой дом в 7-м микрорайоне г. Буденновска, выполненные под руководством Ставропольгражданпроекта с моделированием замачивания грунтов, показали низкую несущую способность свайных фундаментов.

Учитывая высокую ответственность объектов завода пластмасс, трудности борьбы с просадочностью грунтов под существующими сооружениями, быстрое развитие деформаций при «срыве свай в просадочных грунтах, считаем целесообразным провести дополнительную экспертизу проектных материалов Прикумского завода пластмасс с выдачей официального заключения о надежности запроектированных свайных фундаментов».

Из-за просадочности грунтов все проектные институты под всеми промышленными зданиями запроектировали забивные железобетонные сваи длиной от 5–6 м до 12–14 м (табл. 1). Основной тип их расположения – кусты, изредка – одиночные сваи.

Сомнение в недостаточной несущей способности свай было обусловлено следующими причинами:

- все сваи являлись висячими, т. к. в их основании (ниже уровня грунтовых вод) находились обводненные слабые суглинки. При погружении опытных свай ниже УГВ наблюдалось не увеличение, а резкое снижение их несущей способности;
- дополнительные рекомендации для оценки несущей способности свай либо отсутствовали, либо сводились к определению контрольного отказа свай, забиваемых в естественные просадочные грунты;

- использование данных статического зондирования в маловлажных просадочных суглинках не моделировало работу свай в условиях их прогнозируемого и неизбежного обводнения;
- натурные испытания свай, выполненные с локальным замачиванием околосвайного пространства, не учитывали негативное трение в просадочных грунтах II типа, которое приняло равным нулю. Такая ошибка привела к аварийным деформациям зданий и сооружений завода «Атоммаш» в г. Волгодонске, который строился одновременно с заводом пластмасс.

Характеристика объектов Прикумского завода пластмасс (1975 г.)

№ объекта	Название объекта	Размеры в плане	Кол-во свай	Тип свай	Марка свай	Несущая способность свай	Тип просадочности	Часть свай ниже УГВ, м	УГВ от дневной поверхности, м	Абс. отм., м	Автор проекта
1	Корпус компаундирования	110x30,5	1435	Одиночные и кусты	C12-30	30 т	II		10 м	101,75	Гипропласт
2	Установка хранения порошка	24x24	310	Кусты	C12-30	35 т	?		10 м	101,75	-/-
3	Склад готовой продукции	128x24	1952	Кусты	C12-30	30 т	II		13,5 м	101,75	-/-
4	Склад оборудования	108x24	320	Кусты	C14-35	35 т	II	1,40	13,8 м	102,80	-/-
5	Отделение реакции (реакторы и холодильник)	49,5x25,3	51	Кусты	C9-30	29 т	I		90,82 а.о.	95-75	-/-
6	Склад масел и химреактивов тарного хранения	48x24	415	Кусты	C12-30и C13-35	30 т	II	Не менее 1,0-1,5	89,83 м а.о.	102,65	Гипропласт (Ростов н/Д, филиал)
7	Инженерный корпус	100x18	534	Кусты	C6-30 C9-30	30 т	I	Не менее 1,5	90,03	95-85	-/-
8	Бытовой корпус	60x18	?		C5-30 C6-30	30 т	I	Не менее 1,35	90,85	95-80	-/-
9	Блок ремонтных цехов	?	?		?	26 т	II	2,3 м	10-12 (90,44)	101,85	Ставрополь-промстрой-проект
10	Отделение очистки газов				C6-12						
11	Котельная				C9-12						

Через 10 месяцев (30.08.1976 г.) Комитет народного контроля СССР получил справку об изменениях в проектах, направленных на повышение надежности строящихся объектов.

Административный корпус с проходной и столовой – изменили свайное поле, усилили фундаментные балки;

Корпус управления – изменили привязку и запроектировали дополнительные фундаменты, усилили конструкции здания;

Инженерный корпус – заменили сваи С6–30 на С9–30, выполнили дополнительные ростверки, заменили простой бетон на сульфатостойкий;

Котельная – заменили сваи С9–30 на С12–35;

Корпус компаундирования – аннулировали ранее забитые сваи, изменили размеры фундаментов и план ростверка;

Отделение очистки газов – заменили сваи С6–30 на С12–30, увеличили количество свай на 140 штук, выполнили перепривязку фундаментов, обычный бетон заменили на сульфатостойкий;

Отделение реакции – увеличили длину свай С6–30 на С9–30 и их количество на 401 штуку, разбили готовые ростверки, изменили их в плане и по высоте;

Отделение активации – изменили привязку фундаментов и плит перекрытия, усилили каркас;
Блок ремонтных цехов – понизили глубину забивки свай на 1 м;
Склад готовой продукции – сваи понизили на 1 м, усилили ростверк;
Силосы для хранения порошка – изменили отметку верха площадки, расположение свай в плане, увеличили их количество на 20 штук, выполнили дополнительные ростверки;
Склад оборудования – изменили и усилили ростверки свай;
Склад масел и химреактивов – увеличили количество свай на 76 штук, забили дополнительные кусты свай, изменили ростверк в плане и по высоте;
Склад материалов и реагентов – изменили подпорную стенку и каналы приямков;
Контейнерная площадка – опустили сваи на 1,0 м и усилили ростверк;
Площадка для оборудования и склада металла – опустили сваи на 1,0 м и усилили ростверки;
Газоспасательная станция – заменили сваи С6–30 на С9–30, подготовили ростверк на сульфатостойком цементе;
Станция наполнения баллонов – уплотнили просадочное основание;
Водородная станция – песчаная подушка заменена на грунтовую подушку, фундаменты и ростверки выполнили на сульфатостойком цементе;
Градирия и насосная станция – полностью изменили проект, применили гидротехнический бетон;
Межцеховые технологические трубопроводы – заменили сваи С6–30, С9–30 на С9–30 и С14–30, заменили обычный цемент на сульфатостойкий.

По просьбе Главствропольпромстроя 28.12.1976 г. Б. Ф. Галай составил «Заключение о низкой несущей способности грунтов на площадке этилена и бензола Прикумского завода пластмасс». Здесь на небольшой глубине находились подземные воды и слабые обводненные суглинки, в которые сваи погружались без ударов, от собственного веса и веса молота. Сопротивление статическому зондированию суглинков было близко к нулю. Отбор монолитов ненарушенного сложения из этих плавунных грунтов был невозможен.

Главствропольпромстрой, как генподрядчик стройки, 6.01.1977 г. провел техническое совещание «По вопросу устройства оснований под здания и сооружения производства этилена и бензола» с участием руководства завода Пластмасс, институтов «Гипропласт» и «Госхимпроект», СевКавПНИИИС, СевКавТИСИЗа, СтавропольТИСИЗа, на котором решили провести дополнительные испытания слабых грунтов штампами площадью 5 000 м² для уточнения величины модуля деформации. Особое мнение на совещании выразил трест «Промстрой-2»: «Фундаменты на грунтовой подушке по производству этилена запроектированы без обоснования дополнительных геологических исследований грунтов, что может вызвать в дальнейшем недопустимые просадки оборудования и технологических линий особо опасного производства. Обращает на себя внимание то, что рядом стоящие здания полиэтилена и вспомогательные здания (столовая, АБК) запроектированы на свайных фундаментах».

В связи с проектированием объектов поливинилбутирала в мае 1984 г. проблема несущей способности свай обсуждалась на высшем уровне страны [2]. Председатель Госстроя СССР С. Башилов в письме в Совет Министров СССР сообщил: «Свайные фундаменты в инженерно-геологических и гидрогеологических условиях площадки строительства объектов производства поливинилбутирала (ПВБ) на Прикумском заводе пластмасс не могут обеспечить требований по предельно допустимым величинам и равномерности осадки несущих конструкций и оборудования. Поэтому нельзя согласиться с предложением Минхимпрома об использовании ранее разработанной документации по свайным фундаментам. В целях обеспечения надежной эксплуатации объектов производства ПВБ принято решение по устройству плитных и столбчатых фундаментов на грунтовой подушке с ликвидацией просадочных свойств грунтов устранением тяжелыми трамбовками. Это решение наиболее целесообразно в данных условиях строительства, применяется в отечественной и зарубежной практике, позволяет в максимально короткие сроки обеспечить начало строительных работ, не требует до-

полнительных материальных затрат и специальных механизмов. Проектные и научно-исследовательские организации Госстроя СССР окажут техническую помощь Минпромстрою СССР по разработке технологии уплотнения грунтов».

Такое решение Госстроя СССР было основано на выводах Заключения (26.04.1984 г.), составленного сотрудниками ПНИИИС (д-р геол.-минерал. наук Р. С. Зиангиров и канд. геол.-минерал. наук Б. Ф. Галай): «В связи с большой неоднородностью естественных грунтов, должно быть подготовлено искусственное основание с однородными физико-механическими свойствами. Перспективным методом подготовки основания в этих условиях может быть гидровзрывное уплотнение просадочных лёссовых грунтов, которые по рекомендациям СКО ПНИИИС с 1976 г. широко применяется в г. Буденновске Главстваропольпромстроем».

Гидровзрывное уплотнение тогда внедрить не удалось. Но этот метод оказался безальтернативным при проектировании новых объектов СУГ ООО «Ставролен» в августе 2014 г.

Уплотнение просадочных грунтов тяжелыми трамбовками сильно задержало строительство объектов ПВБ. В связи с этим, 18.03.1985 г. зам. председателя Госстроя СССР И.И. Ищенко на совещании предложил Минпромстрою СССР срочно провести испытание свай длиной 20–25 м.

В мае 1990 года Бюро Совета Министров СССР отметило: «Положение на стройке критическое, темпы работ не наращиваются, ежемесячное выполнение составляет не более 1,5 млн. рублей, а требуется только по организациям Минюлстрога РСФСР не менее 2,5 млн. рублей. Срыв сроков ввода и эксплуатации производства поливинилбутирала вызовет остановки и перебои в работе конвейерных линий на автомобильных заводах страны. Отставание на полипропиленовом комплексе и несвоевременная передача в монтаж поставленного импортного оборудования грозит трудовому коллективу ПО «Ставропольполимер» крупными штрафными санкциями (только в 1990 году до 18 млн. рублей), а в конечном счете может привести к потере гарантий фирмы «Джон Браун» (Англия) на поставленное оборудование».

В октябре 1997 года Правительство Ставропольского края рассмотрело вопрос о строительстве нефтеперерабатывающего комплекса в г. Буденновске. На совещании ведущих специалистов Москвы и края было принято решение: «Предложенный институтом «Фундаментпроект» вариант свайных фундаментов не имеет достаточного нормативного обоснования по просадочности грунтов (консистенция несущего слоя равна 1,0, что превышает допустимое значение 0,2) и по расчетной сейсмичности площадки 7 баллов».

Краткий хронологический обзор этапов строительства крупнейшего нефтехимического комплекса страны показывает, что в его судьбе определенную роль играли просадочные грунты. Забивные железобетонные сваи, которые московские специалисты вначале считали наиболее надежным видом фундаментов, в процессе строительства претерпели существенные изменения, а на некоторых объектах от них пришлось отказаться в пользу уплотнения просадочных грунтов различными методами, в том числе глубинными взрывами.

Важно отметить, что решения по проектированию оснований и фундаментов принимались на уровне Правительства страны, часто с учетом рекомендаций местной ставропольской науки. Несмотря на сложные инженерно-геологические условия (большая просадочность грунтов и повышенная сейсмичность района), были построены надежные здания и сооружения, которые успешно эксплуатирует ООО «Ставролен». Тем не менее, после 30–40-летней эксплуатации их фундаменты, соприкасающиеся с сульфатно-агрессивными грунтовыми водами, необходимо проверить по специальной программе с учетом требований действующих строительных нормативов.

Литература

1. Галай Б. Ф. Лёсс. Взрывы. Шнековые сваи. Градостроительство и ЖКХ: научные статьи. Ставрополь: Сервисшкола, Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. 462 с.
2. Проектирование и строительство зданий и сооружений на просадочных грунтах. Тезисы докладов и сообщений Всесоюзной конференции (Волгодонск, 20–21 ноября 1984 г.). Госстрой СССР, Главстройнаука, М., 1984. 114 с.