



УДК 691

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ЗАБИВНЫХ СВАЙ НА
УНИВЕРСАЛЬНОМ СТЕНДЕ
С ПЕРЕСТАВНОЙ ОПАЛУБКой**

Касторных Л. И., Шершень Д. Р.

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

likas9@mail.ru

dvolkovskij474@mail.ru

Оценена коммерческая эффективность изготовления железобетонных забивных свай в условиях производства по стандовой технологии. Рассмотрены проектные решения выпуска таких изделий в стационарных формах на свайном термостенде и на универсальном стенде с переставной магнитной бортоснасткой. Оценка эффективности инвестиций показала, что производство железобетонных изделий рационально организовать по гибкой технологии на универсальном термостенде с переставной магнитной бортоснасткой.

Ключевые слова: железобетонные забивные сваи, стандовая технология, свайный термостенд, магнитная опалубка, инвестиционный проект, показатели коммерческой эффективности инвестиций.

Введение. Свайные фундаменты широко применяются в гражданском и промышленном строительстве. Они необходимы при возведении многоэтажных зданий на участках со слабым грунтом. В условиях плотной городской застройки это единственно возможный подход. Он позволяет исключить земляные работы в бесподвальных зданиях или значительно сократить их объем при наличии технического подполья [1, 2].

Производство железобетонных забивных свай на заводах сборного железобетона организуется по стандовой технологии в стационарных неподвижных формах. Это предопределяет использование высокоподвижных бетонных смесей с высоким содержанием цемента [3, 4]. Данное условие необходимо выполнять и для обеспечения требований по морозостойкости и сульфатостойкости бетона. Задачу ресурсосбережения при условии получения высокопрочного бетона можно решить путем минимизации расхода цемента при введении водоредуцирующих добавок в оптимальном количестве [5, 6], а также за счет снижения расхода арматурной стали при использовании стержневой арматуры большей прочности.

Ранее установлено, как смена бетона и арматуры сказывается на несущей способности свай. При проведении соответствующих исследований вместо бетона класса В25 (по ГОСТ 19804) использовали бетон класса В40; вместо продольных стержней диаметром 14 мм из стали класса

UDC 691

**PRODUCTION EFFICIENCY
EVALUATION OF REINFORCED
CONCRETE DRIVEN PILES ON THE
UNIVERSAL STAND WITH TRAVELLING
SHUTTERING**

Kastornykh L. I., Shershen D. R.

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

likas9@mail.ru

dvolkovskij474@mail.ru

The paper provides the evaluation of commercial efficiency of production of reinforced concrete driven piles in the conditions of factory production on bench technology. Design solutions of production in stationary forms on a pile hot bench and on a universal stand with adjustable magnetic sidewall are considered. Commercial efficiency evaluation of investments showed that the production of concrete products is rational to organize under a flexible technology on a universal hot bench with an adjustable magnetic sidewall.

Keywords: reinforced concrete driven piles, bench technology, pile hot bench, magnetic sidewall, investment project, indicators of investments commercial efficiency.

A400 — стержни диаметром 10 мм из стали класса А500С. При этом несущая способность свай сечением 35×35 см увеличилась в 1,4 раза [2]. Преимуществом легкосвариваемой арматурной стали класса А500С является ее периодический профиль в форме чередующихся вершин, обеспечивающий наилучшее сцепление с бетоном.

Цель настоящей работы — оценить коммерческую эффективность изготовления железобетонных забивных свай в условиях производства по стандовой технологии.

Проектные решения по изготовлению свай. Реконструкция и техническое перевооружение заводов по производству сборного железобетона — наиболее рациональные способы модернизации и воспроизводства основных производственных фондов [7]. На современных машиностроительных заводах Российской Федерации налажен выпуск высокотехнологичного оборудования для производства забивных свай. Для сравнения проектных решений по изготовлению свай приняты технологические линии, выпускаемые ООО «Завод строительного оборудования “Виком”» [8].

Рассмотрены два варианта производства забивных свай в стационарных формах:

- на специализированном свайном термостенде;
- на универсальном термостенде с переставной магнитной бортоснасткой.

В первом варианте используется бетонная смесь марки БСТ В25 П2 F₁200 W8 и продольные стержни диаметром 14 мм из арматурной стали класса А400, во втором — смесь марки БСТ В40 П5 F₁200 W8 и стержни диаметром 10 мм из стали класса А500С.

Свайный термостенд представляет собой многоручьевую цельносварную металлическую конструкцию в виде формовочных секций, собранных в единое поле. Ширина секции термостенда — 2400 мм. На нем в зависимости от выбранного типоразмера свай можно изготавливать одновременно сваи высотой 300 мм (по ширине в 7 рядов) или 350 мм (в 6 рядов). Рабочая поверхность отсеков изготавливается из калиброванных холодногнутых металлических листов толщиной 6 мм. Места стыков отсеков внутри усилены ребрами жесткости. Поперечная жесткость термостенда и продольная соосность отсеков гарантируются силовыми элементами. Благодаря уклону в формующей части металлоформы, готовые изделия снимаются без предварительной распалубки. Для ввода термостенда в эксплуатацию на месте требуются минимальные подготовительные работы по размещению системы теплоснабжения, строительству основания термостенда и подведению коммуникаций (горячей воды и электроэнергии).

Универсальный термостенд с переставной магнитной опалубкой позволяет изготавливать плоскостные и объемные конструкции, изделия со сложной конфигурацией, с многочисленными закладными деталями и разрывами, а также другие нестандартные железобетонные элементы. Такое оборудование заменяет собой комплекс различных металлоформ и пропарочных камер. Для формования преднапряженных железобетонных изделий универсальный стенд монтируется на силовой фундамент с системой якорных упоров. Основные преимущества термостенда перед традиционными технологиями — управляемая система автоматизации тепловой обработки бетона, большая площадь рабочей поверхности, гибкая конфигурация опалубки с применением магнитной системы крепления, высокое качество поверхности изделий.

Исходные данные для сравнения проектных решений производства свай приведены в табл. 1. Они приняты по нормам технологического проектирования ОНТП 07-85 или получены расчетным путем в соответствии с действующими нормативно-техническими документами [9].

Таблица 1

Исходные данные для сравнения проектных решений производства свай

Наименование показателей	Значение показателей для вариантов	
	1	2
Режим работы предприятия:		
— количество рабочих суток в году	253	253
— количество смен в сутки (без тепловой обработки)	2	2
— то же, для тепловой обработки	3	3
— количество рабочих часов в смену, ч	8	8
Количество линий в пролете	1	1
Годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч	4048	4048
Производственная площадь цеха, м ²	2484	2484
Годовая производительность линии, м ³	22618	21110
Количество рабочих, занятых в сутки, чел.	17	15
Трудоемкость изготовления 1 м ³ изделий, чел.·ч	1,52	1,44
Себестоимость продукции, р./м ³	7167	6758

Оценка эффективности инвестиций. Расчет потребности в капитальных вложениях на реконструкцию цеха по вариантам производства свай приведен в таблице 2.

Таблица 2

Капитальные затраты на реконструкцию цеха по вариантам производства

Наименование	Сметная стоимость, тыс. р., по вариантам	
	1	2
Производственные здания и сооружения (стоимость строительно-монтажных работ по реконструкции цеха)	15000	25475
Технологическое оборудование	30116	15006
Прочие затраты	3012	1501
Итого капитальных вложений	48128	41982

Показатели коммерческой эффективности инвестиций на реконструкцию цеха по производству свай при норме дисконта $E = 15\%$ определены по методике [10] с учетом особенностей реконструкции заводов сборного железобетона [11].

Оценка эффективности инвестиций выполнена за расчетный период продолжительностью 10 лет от начала реализации проекта. Длительность всех шагов расчета постоянная и равна одному году. Определены: чистый доход (ЧД), чистый дисконтированный доход (ЧДД), индексы доходности дисконтированных затрат (И), доходности дисконтированных инвестиций (ИДД) и срок окупаемости. Проектное решение считается эффективным, если ЧД и ЧДД положительны, а значения И и ИДД больше единицы.

Срок окупаемости инвестиций рассчитан по формуле:

$$OK = i + (|S_i| / (|S_i| + S_{i+1})), \quad (1)$$

где i — продолжительность расчетного периода для шага с последним отрицательным значением сальдо накопленного потока, лет; S_i — значение последнего отрицательного сальдо на i -м шаге, тыс. р.; S_{i+1} — значение первого положительного сальдо на $(i + 1)$ -м шаге, тыс. р.

1-й вариант: $OK_1 = 3 + (10195 / (10195 + 2664)) = 3,8$ лет;

2-й вариант: $OK_2 = 2 + (4050 / (4050 + 15270)) = 2,2$ года.

Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели коммерческой эффективности вариантов реконструкции

Показатели	Значения по вариантам	
	1	2
Чистый дисконтированный доход (ЧДД), тыс. р.	16140	54755
Чистый доход (ЧД), тыс. р.	80706	151699
Индекс доходности дисконтированных затрат (И)	1,018	1,070
Индекс доходности инвестиций (ИДД)	1,335	2,304
Срок окупаемости, лет	3,8	2,2

Выводы. Исследование рентабельности проектных решений относительно реконструкции линии по выпуску железобетонных свай позволяет сделать ряд заключений. Универсальный термостенд с переставной магнитной бортоснасткой проигрывает в производительности свайному термостенду. Однако универсальный термостенд с переставной магнитной бортоснасткой требует меньших капитальных вложений и обеспечивает более низкую себестоимость продукции. Все показатели коммерческой эффективности такого варианта реконструкции выше, а срок окупаемости инвестиций ниже.

Большой объем выпускаемой продукции потребует больших первоначальных капитальных вложений. В современных условиях с постоянно меняющейся конъюнктурой строительного рынка рационально организовать производство железобетонных изделий по гибкой технологии на универсальном термостенде с переставной магнитной бортоснасткой.

Библиографический список

1. Касторных, Л. И. О проектировании состава бетона буронабивных свай / Л. И. Касторных, Б. В. Бессчетнов // Строительство и архитектура. — 2015 : тр. междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону : РГСУ, 2015. — С. 379–380.
2. Коробкин, А. П. О технической эффективности забивных железобетонных свай из высокопрочного бетона / А. П. Коробкин, Л. И. Касторных, М. А. Гикало // Расчет и проектирование железобетонных конструкций : сб. ст., посвященный 85-летию со дня рождения Почетного академика РААСН, заслуженного деятеля науки и техники РФ, доктора технических наук, профессора Рафаэля Леоновича Маиляна. — Ростов-на-Дону : РГСУ, 2009. — С. 72–74.
3. Касторных, Л. И. Оптимизация технологических режимов производства железобетонных изделий для уникальных сооружений / Л. И. Касторных, В. П. Скиба, А. Е. Елсуфьев // Строительство и архитектура. — 2017 : мат-лы науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2017. — С. 59–64.
4. Усепян, Л. М. Особенности производства железобетонных изделий из высокоподвижных смесей с отсевами камнедробления [Электронный ресурс] / Л. М. Усепян, А. Г. Гароян, Л. И. Касторных // Молодой исследователь Дона. — 2017. — № 4 (7). — С. 90–94. — Режим доступа : mid-journal.ru/upload/iblock/de6/16-useryan-90_94.pdf (дата обращения : 22.06.19).
5. Рауткин, А. В. Выбор химических модификаторов для обеспечения растекаемости самоуплотняющихся бетонных смесей [Электронный ресурс] / А. В. Рауткин, Л. И. Касторных // Молодой исследователь Дона. — 2017. — № 4 (7). — С. 118–126. — Режим доступа : mid-journal.ru/upload/iblock/5a8/20-rautkin-118_126.pdf (дата обращения : 22.06.19).

6. Касторных, Л. И. Об эффективности использования модификатора вязкости в самоуплотняющихся бетонах [Электронный ресурс] / Л. И. Касторных, В. П. Скиба, А. Е. Елсуфьев // Инженерный вестник Дона. — 2017. — № 3. — Режим доступа : ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017/4346/ (дата обращения : 22.06.19).
7. Касторных, Л. И. Инвестиционная привлекательность производства железобетонных изделий по безвибрационной технологии / Л. И. Касторных, И. В. Трищенко, Ю. С. Фоминых // Строительство. Архитектура. Экономика : мат-лы междунар. форума «Победный май 1945 года» / Под ред. Е. О. Лотошникова [и др.]. — Ростов-на-Дону : Изд-во ДГТУ, 2018. — С. 38–42.
8. Технологии производства сборного железобетона. Интеллектуальные решения для строительства [Электронный ресурс] / Завод строительного оборудования «Виком». — Режим доступа : <http://zso-vikom.ru/> (дата обращения: 22.06.19).
9. Касторных, Л. И. Проектирование предприятий по производству товарного бетона и сборного железобетона. Часть II / Л. И. Касторных — Ростов-на-Дону : Изд-во Ростов. гос. строит. ун-та, 2014. — 173 с.
10. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В. В. Коссов [и др.]. — Москва : Экономика, 2000. — 421 с.
11. Оценка эффективности инвестиционного проекта реконструкции предприятий крупнопанельного домостроения / И. В. Трищенко [и др.] // Жилищное строительство. — 2018. — № 10. — С. 39–43.