

**НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА  
БУРОСМЕСИТЕЛЬНЫХ ГРУНТОЦЕМЕНТНЫХ СВАЙ  
ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**Зоценко Н.Л., Петраш А.В., Петраш Р.В., Петраш С.С., Попович Н.Н.**

**Введение.** Более двух десятилетий Украина жила, пользуясь ресурсами, которые остались в наследство от УССР. Нормативная база в строительстве устарела, она основана на нормах, разработанных в 40-50 годах прошлого века. В этот период не хватало квалифицированных специалистов для создания базы, которая охватывала бы всевозможные технологии и условия производства работ. Поэтому в существующих нормах учитывается полный комплекс операций, необходимых для выполнения определенных видов работ в усреднённых условиях, учитывающих мелкие, дополнительные и сопутствующие операции, но в описании состава работ их, как правило, не упоминают. С тех пор сменились технологии производства работ, материалы, машины и механизмы. Нормативная же база обновляется гораздо медленнее, проще сказать, основательно не обновляется вообще.

Сейчас для подготовки сметной документации приходится адаптировать существующие нормы к уже ощутимо изменившимся технологиям производства работ. Таким образом, указанные в смете величины продолжительности, трудоемкости, стоимости работ и используемые машины всегда существенно отличаются от фактических значений. Не говоря уже о нормативных расходах материальных ресурсов, определенных на основании производственных норм использования материалов, технологических карт и другой технологической документации, а также с учетом норм потерь и отходов материалов, которые требуют обработки при укладке в проектное положение, составляющие от 2 до 10-15 % объема материала. Такое положение дел явно не способствует ни научной системе организации труда, ни моделированию процесса строительства во времени [1].

**Постановка проблемы и ее решение.** В настоящем исследовании мы решили проблему точного определения трудозатрат работников и времени работы машин на производство 1 м<sup>3</sup> армированных грунтоцементных свай (АГЦС). Для этого были произведены натурные нормативные исследования процесса устройства АГЦС по буросмесительной технологии методом фотоучета. Второй задачей было определение нормы времени на изготовление единицы продукции и параметра, который сильнее всего влияет на эту норму. Это позволит нам, после серии наблюдений в разных условиях, вывести научно обоснованную норму времени для этой технологии устройства АГЦС.

Объект строительства – двухэтажное жилое здание. Основание составляет мелкий песок. Уровень грунтовых вод находится в пределах глубины промерзания грунта. Поэтому было принято решение выполнить основание здания на сваях, достигающих водоупорного несущего слоя грунта.

В основании проектом предусмотрено устройство 104 АГЦС длиной 5,5 м и диаметром 0,4 м по буросмесительной технологии (далее – процесс). Каждая свая армировалась арматурным каркасом на глубину 1,5 м. Этой конкретной технологии было отдано предпочтение благодаря наименьшим затратам подрядчика на выполнение работ и коротким срокам их производства.

Буросмесительная технология [2, 3] состоит в перемешивании грунта с цементным раствором прямо в месте расположения сваи (рис. 1).



**Рисунок 1 – Суть буросмесительной технологии: буровая установка перемещена к местоположению очередной сваи (слева), буровая труба с ножами устанавливается вертикально острием в центре изготавливаемой сваи (посередине), производится бурение на необходимую глубину сваи (справа)**

В мире существует большое количество разных вариантов исполнения этой технологии, которые отличаются друг от друга применяемым оборудованием. Это могут быть мощные самоходные буровые установки, или морально устаревшие строительные транспортные средства, которые модернизированы установкой бурильного оборудования (что и рассматриваются здесь).

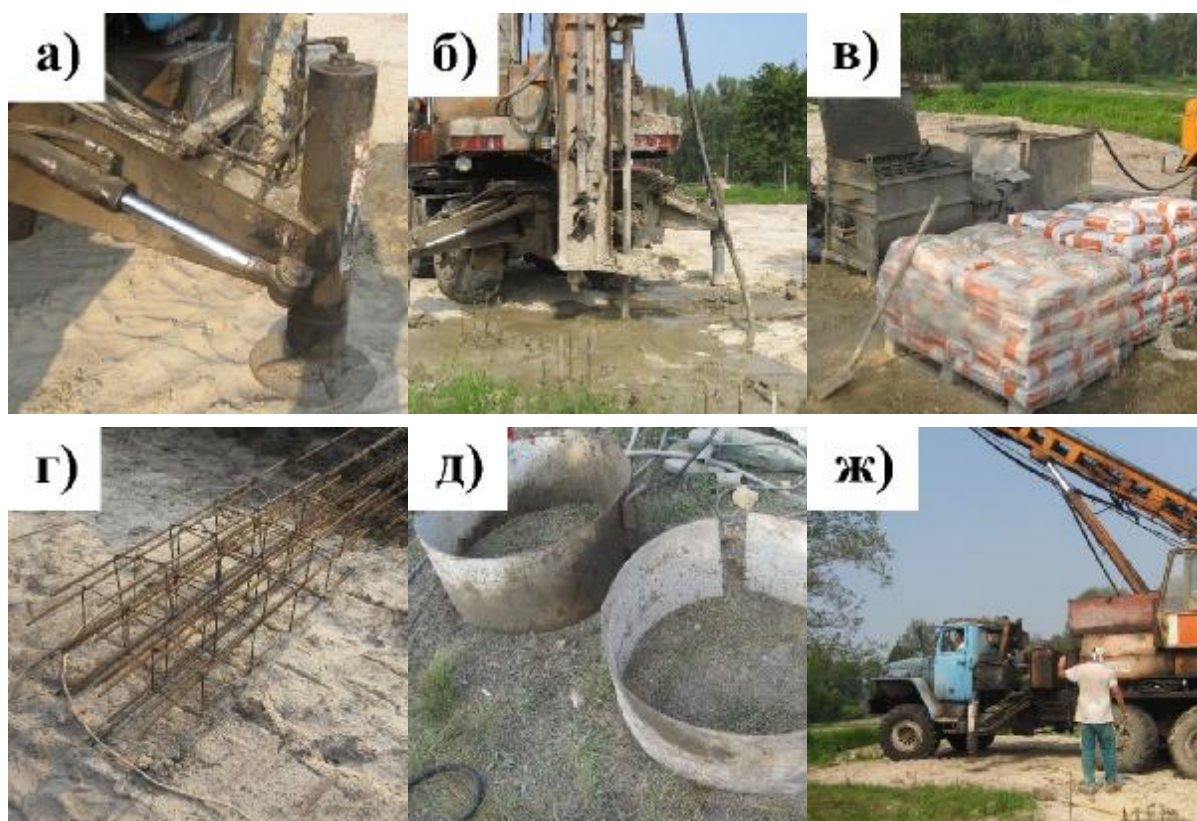
Очевидно, что последние гораздо дешевле в использовании, но ограничены в технических параметрах, таких как максимальное давление подачи цементного раствора (0,5 МПа) и диаметра сваи (0,45 м). Но, тем не менее, использование такого оборудования совершенно оправдано в условиях экономического кризиса, когда большинство подрядных организаций находят проблематичным обновление своего технопарка. В нормативной же литературе отсутствует прямая расценка, на указанную технологию. А не имея в распоряжении по крайней мере нормативных величин трудозатрат работников и времени работы машин, инженеру сложно определить стоимость и продолжительность предполагаемого строительства.

В первую очередь приведем детальное описание всего процесса (рис. 2). К моменту начала устройства АГЦС на стройплощадке уже произведены пла-

нировка, закрепление осей на местности, земляные работы и подключение к источникам питания. Все машины и механизмы доставляются от подрядчика к стройплощадке, где устанавливаются наиболее рациональным образом и остаются до конца производства всех АГЦС.

В начале каждой смены производятся осмотр и отладка всего оборудования. Затраты времени на эти операции здесь не рассматриваются, поскольку сильно отличаются в зависимости от рода возможной поломки.

Таким образом, производство очередной АГЦС начинается с того, что буровая установка на автомобильном ходу БМ-811м перемещается к месту изготовления очередной АГЦС, устанавливаются выносные опоры для обеспечения устойчивости, бур, под контролем помощника бурильщика, переводится в строго вертикальное положение и центрируется относительно центра сечения сваи. На управлении этой установкой занят один работник – бурильщик.



**Рисунок 2 – Элементы процесса устройства АГЦС по буромесительной технологии:**

*а) – установка буровой; б) – бурение; в) – подача цементного раствора;  
г) – забивка каркасов; д) – формирование оголовков; ж) – контроль глубины*

Дальше начинается процесс бурения, который сопровождается одновременной подачей водоцементного раствора через шланги, вертлюг и буровую трубу в грунтовый массив. В скважине раствор тщательно смешивается с грунтом посредством вращения буровых ножей в нижней части трубы. Здесь, помимо бурильщика, задействуется бетонщик, который обеспечивает работу смесительной установки. Также помощник бурильщика

контролирует глубину погружения бура при первой проходке для обеспечения проектной длины сваи. Для обеспечения однородности грунтоцемента по глубине, каждая свая производится в три проходки на всю глубину.

По завершении бурения, буровая либо перемещается к следующей свае, либо производится поворот буровой без перемещения самого автомобиля и весь процесс повторяется. Во время бурения 2 и 3 проходок на каждой последующей свае, помощник бурильщика занят забиванием арматурного каркаса и формованием оголовка предыдущей сваи.

Вывод нормы времени для буросмесительной технологии устройства АГЦС произведен при помощи фотоучета, в смешанном способе записи (рис. 3). На рисунке цифрами над линиями указана продолжительность каждого элемента. Этот метод фотоучета описан в [4], и его точность считается преимуществом перед другими методиками [5].

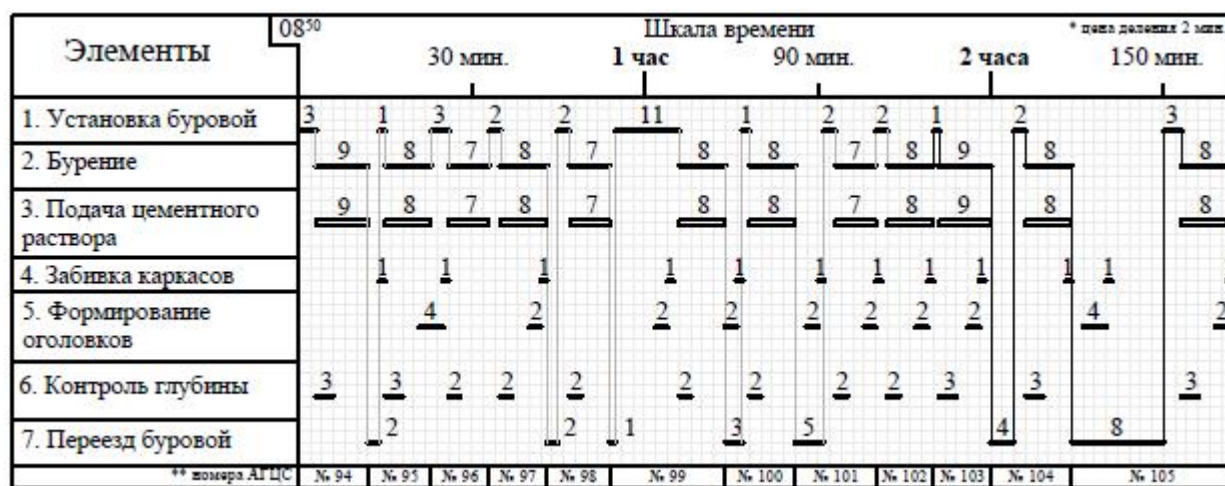


Рисунок 3 – Фрагмент бланка графического фотоучета

Результаты фотоучета представлены в табл. 1. Здесь выделены только элементы работы, необходимые для вывода нормы чистого времени на единицу продукции.

Таблица 1 – обработка результатов фотоучета

№ элемента согл. рис. 3, ед. измер.	Сума расх. времени	% от общ. времени	Время на 1 цикл (АГЦС)												Среднее значение
			АГЦС № 94	АГЦС № 95	АГЦС № 96	АГЦС № 97	АГЦС № 98	АГЦС № 99	АГЦС № 100	АГЦС № 101	АГЦС № 102	АГЦС № 103	АГЦС № 104	АГЦС № 105	
1, маш.-мин.	33	10,5	3	1	3	2	2	11	1	2	2	1	2	3	2,75
2, маш.-мин.	95	30,4	9	8	7	8	7	8	8	7	8	9	8	8	7,92
3, маш.-мин.	95	30,4	9	8	7	8	7	8	8	7	8	9	8	8	7,92
4, чел.-мин.	12	3,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5, чел.-мин.	24	7,7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6, чел.-мин.	29	9,3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2,42
7, маш.-мин.	25	7,9	0	2	0	0	2	1	3	5	0	0	4	8	3,57
Итого:	313	100	27	25	22	23	23	33	25	26	23	25	28	33	27,58

Неустранимые и технические простои учитываются после, при помощи добавления определенного количества «прибавочного времени» в виде некоторого количества процентов от нормы чистого времени. В этой статье мы не определяем величины «прибавочного времени».

Из анализа табл. 1 следует, что бурение занимает около 60 % от всего расхода времени (одновременно работают буровая и смесительная станция), что делает глубину сваи главным параметром, сильнее всего влияющим на норму чистого времени на производство 1 м<sup>3</sup> АГЦС.

Используя данные табл. 1, определим трудоемкость, необходимую на единицу измерителя готовой продукции (1 м<sup>3</sup> АГЦС). Эта трудоемкость будет состоять из 3 видов расходов труда: ручной труд рабочих, не занятых обслуживанием машин, работы машин и механизмов, работа работников занятых на обслуживании машин, равная по продолжительности работе машин, но выраженная в человеко-часах. Сперва, подытожим расходы труда.

Таблица 2 – Расход труда на все виды работы

Вид работы, единица измерения	Общий расход времени	Расход времени на единицу готовой продукции (1 м <sup>3</sup> АГЦС)
Ручная работа помощника бурильщика, чел.-мин.	65	7,7
Механизованная работа буровой, маш.-мин.	153	18,2
Работа бурильщика, занятого обслуживанием буровой, чел.-мин.	153	18,2
Механизованная работа смесительной установки, маш.-мин.	95	11,3
Работа бетонщика, занятого смесительной установки, чел.-мин.	95	11,3

Таким образом, выведем нормы расхода труда на 1 м<sup>3</sup> АГЦС:

- ручной труд рабочих, незанятых обслуживанием машин: 7,7 чел.-мин.;
- работа машин и механизмов составляет 29,5 маш.-мин.;
- работа работников занятых на обслуживании машин: 29,5 чел.-мин.

Согласно [4], для обработки результатов наблюдения сперва необходимо определить количество минут, затраченных на работу и «не работу». Затем определяем количество работы по каждому элементу, выраженное измерителем элемента. Затем определяются частные расходы времени на единицу измерения каждого элемента. Определяются коэффициенты перехода от частного расхода времени к единице готовой продукции. Умножая частные расходы времени на соответствующие коэффициенты перехода и суммируя полученные величины, получаем норму чистого расхода времени на единицу продукции (табл. 3).

Таким образом, норма чистого времени на единицу готовой продукции (сума значений в 5 столбце) составляет 34,65 мин./м<sup>3</sup>. Если сравнить полученное значение с аналогичной величиной, полученной авторами настоящей статьи в [6], которая составляла 51,43 мин./м<sup>3</sup>, легко увидеть значительную разницу.

Таблица 3 – Расчет нормы чистого времени на единицу готовой продукции

Элемент, единица измерения элемента	Время, потраченное на элемент, мин.	Частный расход времени, мин./ед. измерения элемента	Коэф. перехода	Расход времени, мин./м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
Установка буровой, шт.	33	2,75	1,43	3,93
Бурение, 5,5 м.	95	7,92	1,43	11,33
Подача раствора, 0,5 м <sup>3</sup> .	95	7,92	1,43	11,33
Забивка каркасов, 1 шт.	12	1	1,43	1,43
Форм-е оголовка, 1 шт.	24	1	1,43	1,43
Контроль глубины, 5,5 м.	29	2,42	1,43	3,46
Переезд, 1 шт.	25	2,10	0,83	1,74

В обоих случаях было использовано тоже самое оборудование и бригада рабочих. Разницу составляли грунтовые условия (глинистое и песчаное, в нашем случае, основание) и значительная разница в длине АГЦС (2,65 м).

**Выводы.** Впервые точно определены затраты труда работников, времени работы машин и установлена норма чистого времени на производство 1 м<sup>3</sup> АГЦС в песчаных грунтах. Определено, что параметром, который наиболее влияет на норму расхода труда и времени, а, следовательно, и на стоимость производства работ, является глубина грунтоцементной сваи. Влияние грунтовых условий на трудоемкость и время производства грунтоцементных свай требует дополнительных нормативных наблюдений.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Ціноутворення у будівництві» – збірник офіційних документів та роз’яснень : №12, грудень 2016 [під ред. Сіренко І.М.]. – К. : «ІНПРОЕКТ», 2016. – 96 с.
2. Петраш, Р.В. Спільна робота ґрунту та елементів армування, які виготовленні за бурозмішувальною технологією: Дис. ...кандидата тех. наук 05.23.02 / Р.В. Петраш – Полтава 2009. – 219 с.
3. Петраш, О.В. Грунтоцементні палі, виготовлені за бурозмішувальною технологією: дис. ... кандидата техн. наук 05.23.02 / О.В. Петраш. – Полтава, 2014. – 196 с.
4. Пруссак Е.В. Техническое и тарифноенормирование труда в строительстве / Е.В. Пруссак. – М.: Госстройиздат, 1934. – 156 с.
5. Медведєв, В.С. Порівняльний аналіз методів нормування / В.С. Медведєв // Економіка: реалії часу. – 2013. – №3(8). – С. 209 – 2013
6. Estimating the amount of labour and materials needed for manufacturing the reinforced soilcement piles by deep soil mixing technology / Zocenko, M. , Petrash, R. , Petrash, O. , Voskobiyuk, O. , Semko, O. // Modern Engineering. – Bialystok, 2016. – Vol. 1. – P. 94 – 102.