

Что касается зарубежных опытов, работая с командой из 11 учеников в учебном центре в Касселе, создали первую тестовую структуру (павильон), состоящая из 180 деревянных элементов, которая была завершена на территории университетского городка. Архитекторы выдержали все в одном стиле, что доказывает довольно щедро творческую свободу, которые предоставляет система. В средней секции павильона конструктора сделали, немного похоже на ленту Мебиуса, его внутренняя поверхность становится наружной. Следовательно, это доказывает, что самоопирающиеся конструкции не ограничивают идеи и сложность, дают свободу действий, как и другие каркасы.

Практическое применение подобных структур лежит в области композитных материалов, в которых плохо распространяются трещины. Если материал сделать зернистым, и чтобы зёрна самозаклинили друг друга, то трещина, зародившись в зерне, остановится на его поверхности и не будет расти дальше. Такие материалы могут выдерживать высокое давление, устойчивы к разрушениям и обладают другими интересными свойствами. В настоящее время эти структуры изучаются российскими математиками в специально созданной лаборатории.

Главный минус самоопирающихся конструкций в том, что нагрузка приходится на середину стержня и поломка даже одного из них приведет к обрушению всей сети, т.е., если это не декоративная пергола для плюща и винограда, стержни нужно рассчитывать и подбирать по качеству очень строго.

#### **Список цитированных источников**

1. Olga Popovic Larsen. Reciprocal frame architecture/ Elsevier, 2008-196 с.
2. <http://trotil.diary.ru/p199330146.htm>
3. <http://habrahabr.ru/post/233407/>
4. <https://vk.com/reciprocal>

УДК 692.113

*Игнатюк Т.В.*

*Научный руководитель: проф. Черноиван В.Н.*

### **К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ ЗАТРАТ ТРУДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ**

В 2009 году в Республике Беларусь взамен ЕНиР (Единичные нормы и расценки) для нормирования затрат труда в строительных, ремонтно-строительных, монтажных и приравненных к ним организациям были введены НЗТ (Нормы затрат труда) [1].

Однако по истечении почти 6 лет, данные изменения не коснулись нормирования на механизированные земляные работы. На сегодняшний день, действует ЕНиР, сборник 2 [2], который был утвержден постановлением Государственного строительного комитета СССР, Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата СССР по труду и социальным вопросам от 18 декабря 1990 г. № 109/452.

Исходя из того, что со дня введения [2] прошло более 25 лет и парк землеройных машин за это время существенно изменился (обновился), актуальной является задача адаптации действующего нормативного документа к сегодняшним условиям.

Анализ методики нормирования принятый в ЕНиР [2] позволяет сделать вывод, что в основу ее заложена норма времени. Так, рассмотрение нормирования времени на разработку  $100 \text{ м}^3$  грунта гидравлическим одноковшовым экскаватором обратная лопата (таблица 3, [2]) показывает, что основные параметры механизированного процесса: технические характеристики экскаватора, а так же организация и технология производства работ при разработке котлована не нашли отражения.

Учитывая, что основным параметром механизированных процессов технического нормирования разработки грунта является производительность землеройных машин, выполним анализ факторов влияющих на нее.

К основным факторам, влияющим на производительность экскаватора, относятся: трудность разработки грунта, которая оценивается категорией грунта и его состоянием; степень наполнения ковша; технические характеристики экскаватора, включающие в себя мощность экскаватора, массу, частота вращения поворотной платформы экскаватора, радиус и глубину копания; квалификация машиниста; вид забоя; организацию работы с погрузкой в транспортные средства и другое.

На сегодняшний день принята следующая классификация производительности землеройных машин: базовая, техническая, эксплуатационная.

Базовая производительность ( $P_6$ ), определяется экспериментальным путем. Выполняется тестирование новых машин, срок эксплуатации которой не превышает 2500 машиночасов. Тестирование выполняется в следующих условиях: угол поворота рабочего оборудования для разгрузки  $90^\circ$ , разгрузка производится в отвал, глубина копания является оптимальной, какие-либо ограничения препятствующие работе экскаватора на строительной площадке, отсутствуют, стрела установлена в среднее положение, работа идет не прерывно в течение одного часа.  $P_6$  определяется экспериментально для экскаваторов с различной вместимостью ковша, для различных типов грунтов.

На рисунке 1 представлена зависимость базовой производительности от вместимости ковша при работе на различных грунтах для экскаваторов, оборудованных рабочим оборудованием «обратная лопата».

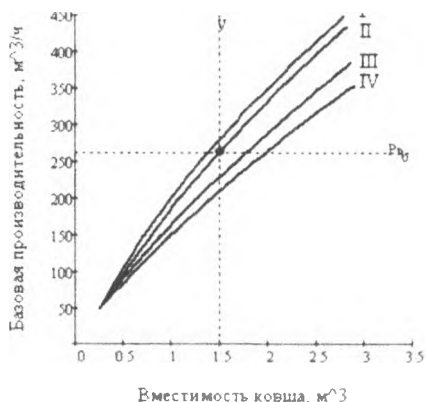


Рисунок 1 – Базовая производительность гидравлических экскаваторов с рабочим оборудованием «обратная лопата». I, II, III, IV- группы грунта [2]

Техническая производительность ( $P_{\text{тех}}$ ) отличается от базовой тем, что учитывает технические и технологические факторы, влияющие на конечную величину производительности.

Техническая производительность определяется по формуле:

$$P_{\text{тех}} = P_0 \cdot f_1 \cdot M^3 / 4, \quad (1)$$

$$\text{где } f_i = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6, \quad (2)$$

Выполняем оценку влияния выше перечисленных коэффициентов на производительность в целом.

$f_1$  - коэффициент, является критерием, учитывающим выбор оптимальной глубины копания для конкретной группы грунта, обеспечивающий за минимальное время, набор грунта в ковш «с шапкой».

$f_2$  - коэффициент, учитывающий угол поворота рабочего оборудования при разгрузке в транспорт. На строительной площадке не всегда можно установить транспортное средство обслуживающее экскаватор под загрузку так чтобы угол ровнялся  $90^\circ$ , а так же работать на максимальной частоте вращения поворотной части экскаватора. Н практике, коэффициент  $f_2$  - оценивает соотношение между максимальной  $n_{\text{max}}$  и минимальной  $n_{\text{ср}}$  частотой вращения поворотного механизма гидравлических экскаваторов в зависимости от угла поворота.

$f_3$  - коэффициент, учитывающий условия разгрузки. На время разгрузки влияет вместимость ковша, вид рабочего оборудования, категория грунта. Исходя из технологии производства механизированных земляных работ, при разработке котлована,  $f_3$  рассматривается, при работе экскаватора с погрузкой в транспортное средство [4].

$f_4$  - коэффициент, учитывающий рабочее состояние режущей кромки и зубьев ковша. Состояние режущей кромки и зубьев оказывает значительное влияние на сопротивление копанию, а значит, и на время цикла экскаватора. Значительное влияние на сопротивление копанию и время цикла оказывает и форма ковша. Для земляных работ ковши выполняются с зубьями, число которых зависит от ширины ковша и вида земляных работ. Ковшами с зубьями рекомендуется разрабатывать грунты I, II групп, а ковшом с плоским ножом, приваренным к днищу и боковым стенкам, целесообразно разрабатывать связные, переувлажненные грунты I - IV групп.

$f_5$  - коэффициент, учитывающий установку стрелы. Установка стрелы, при разработке котлованов (когда забой ниже уровня стоянки экскаватора), должна быть такой чтобы экскаватор, находился за пределами бермы обрушения грунта (откоса забоя) [3].

$f_6$  - коэффициент, учитывающий тип транспортного средства, зависит от соотношения вместимостей кузова автомобиля и ковша экскаватора. Основным критерием при подборе комплекта машин для разработки котлованов должна быть экономическая составляющая, а так же Указ Президента Республики Беларусь от 26 ноября 2010г. № 613 «О проезде тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования».

Техническая производительность увязана только с техническими характеристиками экскаватора, и с организацией производства работ. Но, она не отражает фактическую производительность.

Наиболее полно технологический процесс разработки котлованов учтен в эксплуатационной производительности ( $P_э$ ), которая учитывает коэффициент использования рабочего времени ( $K_э$ ) [3]. Эксплуатационная производительность рассчитывается по следующей формуле:

$$P_3 = P_{\text{тех}} * K_6 * f_7, \quad (3)$$

где  $K_6$  – коэффициент учитывающий использование машины по времени;

$f_7$  - коэффициент, учитывающий разряд машиниста. В соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих, машинист экскаватора должен иметь 6 разряд.

Численное значение коэффициента  $k_6$  зависит от организации работ на строительной площадке. Он является показателем того, на сколько, эффективно используется рабочее время.

Следовательно эксплуатационную производительность можно принять в качестве базовой величины, при нормировании затрат труда на разработку котлована гидравлическим экскаватором обратная лопата.

Для реализации поставленной задачи была разработана программа «Автоматизация расчета производительности одноковшовых гидравлических экскаваторов в системе компьютерной математики MathCAD», позволяющая выполнить расчеты, с учетом всех коэффициентов указанных в (2). В работе рассматриваются экскаваторы на колесном ходу: ЕК-14-20 (г.Тверь), EW 1901 (г.Жлобин); на гусеничном ходу: ЕТ 2301 (г.Жлобин), ЭО-5124 (г.Воронеж), ЕТ-18 (г.Тверь), которые выпускаются в настоящее время и массово используются в строительстве.

Целью работы является, дать численные значения норм затрат труда по разработке котлованов экскаваторами обратная лопата, по результатам расчетов

Следовательно, для разработки норм затрат труда на разработку котлованов экскаватором, в расчётах учитываются такие основные технические характеристики экскаваторов (мощность экскаватора, массу, радиус и глубину копания, угол поворота, скорость поворота платформы, время цикла и т.д.), а так же организация и технология производства земляных работ конкретного объекта.

#### Список цитированных источников

1. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып.1. Здания и промышленные сооружения: НЗТ. Сборник 4. – Минск: Минсктипроект, 2009. - 97 с.
2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы: ЕНиР. сб. Е2. Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1988. - 224 с.
3. Щемелев А. М., Партнов С. Н., Белоусов Л. И. Строительные машины и оборудование, практикум: Минск:Беларусь, 2011, с.231
4. Теличенко В.И. Технология строительных процессов: в 2-х ч./ В.И.Теличенко, ОМ Терентьев, А.А. Лапидус.- 4-у изд., стер.- Москва: Высш.шк.,2008. –Ч.1: учебник -391с.

УДК 624.014.2

**Марчук И.Н.**

**Науч. руководители: к.т.н., проф., Уласевич В.П.; маг.т.н., ассист., Жданов Д.А.**

### К АВТОМАТИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВНЫХ СЕЧЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Целью настоящей работы является разработка методики автоматизированного проектирования оптимальных составных сечений металлических конструкций.

Предмет исследования – методика компоновки оптимального составного сечения.