

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 658:69.522.3

### КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАТРАТ

*д-р экон. наук, проф. Н.А. ДУБРОВСКИЙ, Е.С. НЕКРАСОВА  
(Полоцкий государственный университет)*

*Рассматривается переход к рыночной экономике, требующий от строительных организаций повышения конкурентоспособности выпускаемых строительных конструкций. Изучена существующая технология производства плит перекрытия и на ее основе предложен более совершенный вариант. Создана динамическая модель нарастания затрат на производство продукции на базе временной модели. Разработана методика оптимизации динамической модели нарастания затрат. Выработаны рекомендации по совершенствованию организации и планирования производства строительных железобетонных конструкций и управления таким производством.*

**Введение.** Строительный комплекс Республики Беларусь занимает особое место в системе национальной экономики, обеспечивая ее устойчивость и социальную направленность, способствуя развитию производственного потенциала страны и реализации важнейших проектов. В последние годы наблюдается динамичное и успешное развитие данного сектора экономики. Так, удельный вес строительства в структуре ВВП в январе 2013 года возрос до 4,5 % (в январе 2012 года составлял 4,2 %).

Развитие жилищного строительства является важной и первоочередной задачей, направленной на удовлетворение потребности населения в качественном, технологически и технически современном жилье. Кроме того, развитие жилищного сектора обуславливает подъем сопряженных с ним отраслей, в частности производства стройматериалов, строительных конструкций и деталей, строительного машиностроения. Организациями всех форм собственности в январе–июле 2013 года построено 33 тыс. новых квартир (в январе–июле 2012 годы – 32,6 тыс.). Введено в эксплуатацию 2 815,3 тыс. квадратных метров общей площади жилья, что составляет 43,3 % к предусмотренному заданию на год и 106,5 % к уровню января–июля 2012 года [1].

В условиях значительного удорожания строительного бизнеса и постоянного роста потребности в новом недорогостоящем и качественном жилье возникает необходимость повышения эффективности строительства как такового. Учитывая, что в стоимости строительства в целом доля строительных материалов, по оценкам специалистов, может достигать более 50 %, вопрос использования эффективных строительных материалов приобретает особую актуальность. При этом следует заметить, что эффективность строительных материалов связана с их производством, проявляется в процессе строительства зданий и сооружений, эксплуатации и утилизации.

Основными элементами объектов жилищного строительства являются стеновые панели, плиты перекрытия, фундаментные блоки, балки и другие составляющие.

**Основная часть.** Маркетинговые исследования и анализ выпускаемой продукции ОАО «Новополоцкжелезобетон» показал, что самой востребованной продукцией среди сборного железобетона являются пустотные плиты перекрытия, которые были выбраны в качестве объекта исследования.

Плиты перекрытия – это железобетонные конструкции, предназначенные для перекрытий зданий и сооружений различного назначения. В частности, сферой применения может быть многоэтажное строительство (многоквартирные жилые дома, торговые центры, промышленные здания).

Технология изготовления плит перекрытия состоит из совокупности основных, вспомогательных и обслуживающих процессов. *Основные производственные процессы* – это та часть процессов, в ходе которых происходит непосредственное изменение форм/размеров, свойств, внутренней структуры предметов труда и превращение их в готовую продукцию. *К вспомогательным производственным процессам* относятся процессы, продукт реализации которых используется либо непосредственно в основных процессах, либо для обеспечения бесперебойного и эффективного их осуществления. *Обслуживающие производственные процессы* – это процессы труда по оказанию услуг, необходимых для выполнения основных и вспомогательных производственных процессов [2].

Отличительной особенностью производства сборного железобетона является поточность технологических процессов, узкая специализация технологических линий по виду выпускаемой продукции и пространственное рассредоточение процессов. Так, плиты перекрытия изготавливают в 3 цехах: арматурном, бетоносмесительном и формовочном. Технология производства плит перекрытия в арматурном

цехе включает следующие операции: разгрузку арматуры, поступающей на склад; перемещение арматуры; резку стержневой арматуры на складе; правку арматуры на правильно-отрезном станке; резку арматуры в цеху; высаживание головок преднапрягаемой арматуры; гнутье арматуры; сварку каркасов на однотоочечном станке; сварку сеток на многоточечной машине; подачу арматурных изделий на склад; погрузку на транспортное средство (трактор); доставку арматуры в цех формовки.

Технологический процесс получения бетонных смесей состоит из таких операций, как: приемка сырьевых материалов; промежуточное накопление необходимых запасов цемента и заполнителей; дозирование компонентов бетонной смеси и загрузка в смеситель; перемещение компонентов; разгрузка бетонной смеси в промежуточный бункер; транспортирование бетонной смеси к месту формования изделий.

Изготовление плит перекрытий в формовочных цехах включает следующие операции: очистку и смазку форм; установку опорных сеток; нагрев и натяжение арматуры; перемещение поддона краном; армирование изделия; подачу бетонной смеси; укладку бетонной смеси и ее уплотнение; перемещение изделия в камеру термообработки; интенсификация твердения; извлечение изделия из камеры твердения; распалубку изделия; складирование; пролеживание готовой продукции; погрузку и отправку со склада потребителю. (Склады готовой продукции сборного железобетона предназначены для хранения прошедших контроль изделий до отгрузки их потребителю. Расположение и планировка складов увязана с главными производственными корпусами предприятия).

Процесс производства плит перекрытия представляет собой комплексный процесс, включающий в себя элементы промежуточной продукции – производство арматуры в арматурном цехе, приготовление смеси в бетоносмесительном узле и формование продукции в формовочном цехе. Для сокращения производственного цикла отдельные процессы могут выполняться параллельно-последовательно.

Вышеизложенное не дает подробной информации о времени промежуточных процессов и не определяет точных моментов времени поступления элементов изделий из арматурного и бетоносмесительного цехов в формовочный. Поэтому более подробно была рассмотрена технология производства плит перекрытия, расписаны операции для каждого цеха, их сочетание, комплексность, что способствовало улучшению организации труда и производства, более правильно использовать имеющиеся резервы в производстве продукции. Все это предопределило необходимость построения временной модели производства плит перекрытия в цехах промежуточных процессов по изготовлению элементов плиты перекрытия (арматура, бетонная смесь).

На рисунке 1 приведен график временной модели изготовления арматуры пустотных плит перекрытия в арматурном цехе.

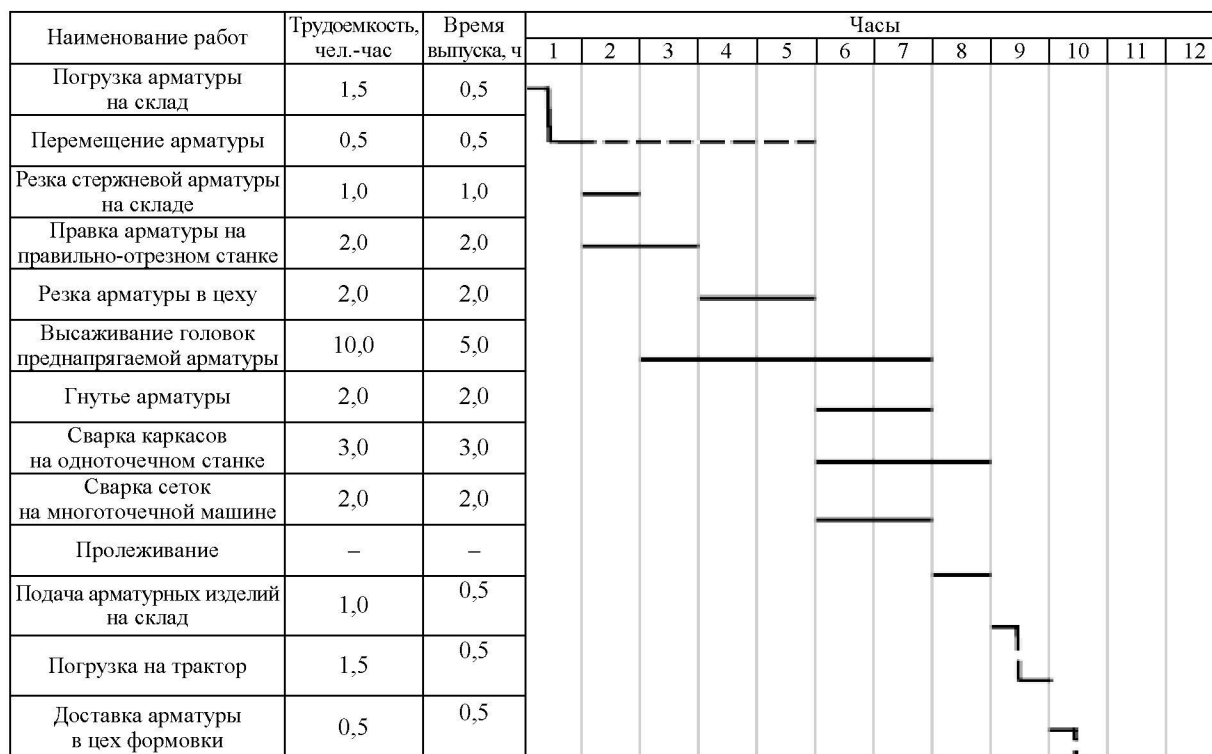


Рис. 1. Временная модель изготовления арматуры пустотных плит перекрытия в арматурном цехе

Источник: собственная разработка.

Временная модель представляет собой увязанный во времени линейный график выполнения отдельных операций при движении изделия по отдельным производственным подразделениям от начала изготовления и до получения готового продукта в данном цехе. Из цеха в цех продукция передается транспортными (передаточными) партиями. Размер передаточной партии устанавливался с учетом особенностей производства в цехах, в частности наиболее полной загрузки транспортных средств. При построении временной модели арматурного цеха было принято во внимание, что различные операции могут выполняться как последовательно, так и параллельно, в зависимости от того, на каком оборудовании выполняются операции. В процессе производства обрабатывается передаточная партия в 20 комплектов арматуры. Размер передаточной партии устанавливался исходя из массы передаваемых изделий и грузоподъемности транспортных средств. На рисунке 2 приведен график временной модели изготовления пустотных плит перекрытия в формовочном цехе.

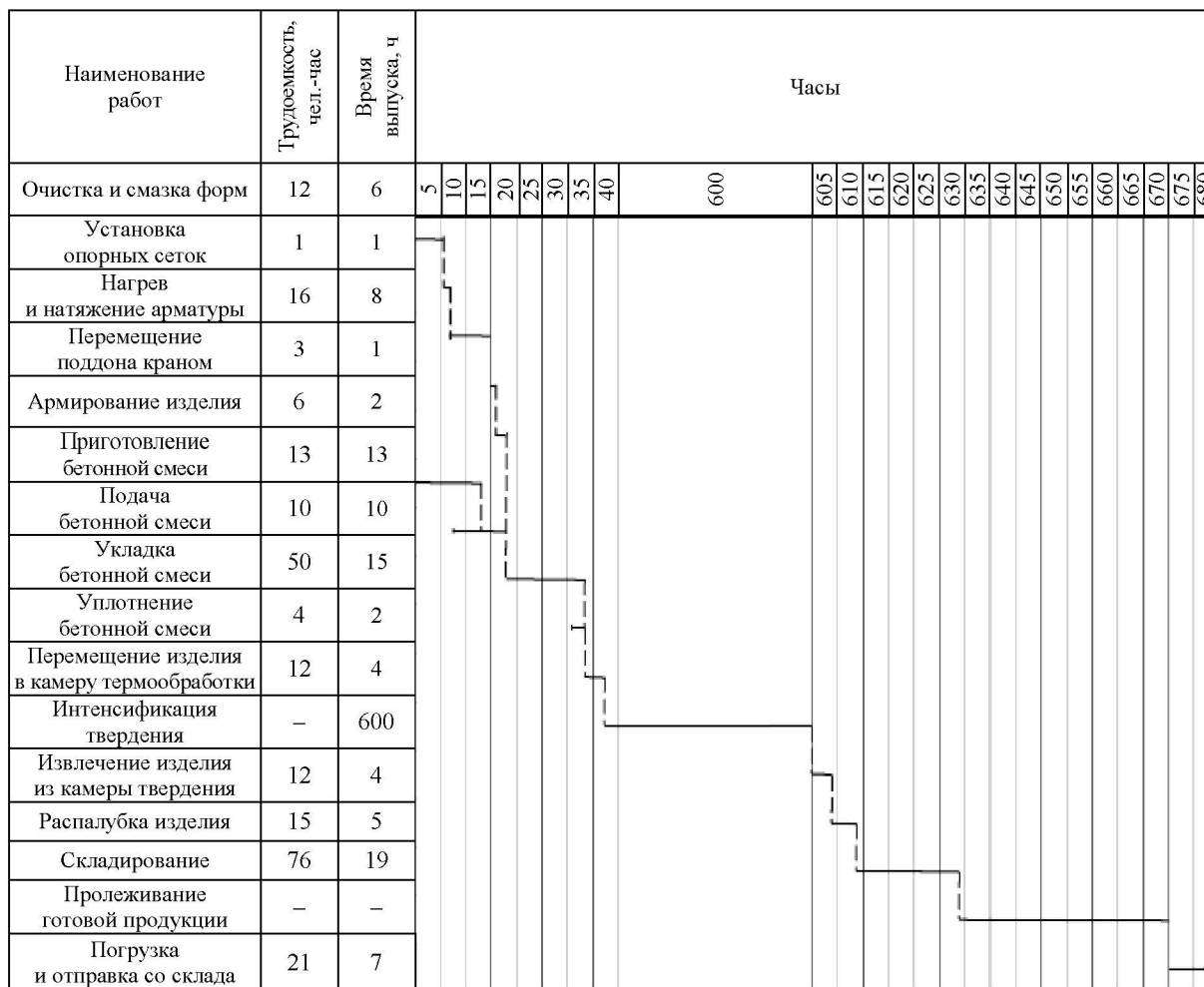


Рис. 2. Временная модель изготовления пустотных плит перекрытия в формовочном цехе

Источник: собственная разработка.

Построенная временная модель в формовочном цехе дает возможность согласовать во времени работу арматурного цеха, бетоносмесительного узла и цеха формовки, т.е. четко определить момент подачи арматуры (арматура подается тогда, когда закончится подготовка формы) и бетонной смеси в цех формовки (когда будет установлена арматура в форме), ликвидировав несогласованную работу этих подразделений, уменьшить межцеховые перерывы, длительность производственного цикла, а следовательно повысить производительность труда. Временная модель отображает время производства плит перекрытия, но не показывает динамику затрат на их изготовление. Поэтому была построена динамическая модель определения затрат, которая показывает, как изменяются затраты во времени в процессе производства продукции.

В процессе производства плит перекрытия предприятие несет определенные затраты, необходимые для изготовления продукции. В частности, к ним можно отнести затраты на сырье и материалы,

средства труда, оплату труда производственного, обслуживающего и управленческого персонала, прочие затраты, связанные с изготовлением продукции.

В условиях функционирования рыночных отношений снижение издержек производства приобретает особую важность. Наряду с повышением качества продукции, уменьшение затрат на производство во многом определяет конкурентоспособность предприятия, устойчивость его финансового состояния, платежеспособность и кредитоспособность [3].

Для построения модели формирования затрат необходимо знать характер изменения затрат во времени, которые существенно зависят от особенностей производственного процесса.

*Производственный процесс* – совокупность трудовых и естественных процессов, в результате взаимодействия которых сырье и материалы превращаются в готовую продукцию или услугу определенного вида. Производственные процессы делятся на простые и сложные. *Простой процесс* – процесс, состоящий из ряда последовательных операций изготовления определенного объекта (например, деталь из заготовки). В ходе простого процесса предмет труда подвергается последовательно ряду трудовых воздействий, в результате чего получается готовый или частичный продукт. *Сложный процесс* – совокупность координированных во времени простых процессов. При его реализации готовый продукт получается путем соединения промежуточных продуктов [4].

Так, если простые процессы выполняются непрерывно с постоянными ресурсами, затраты изменяются приблизительно пропорционально времени. В процессе производства часто встречаются случаи, когда простой процесс выполняется с перерывами. Перерывы в производственном процессе нередко составляют до 70–75 % общей длительности производственного цикла. Если простой процесс выполняется с перерывами, но с постоянными ресурсами, схема формирования затрат будет иметь вид (рис. 3).

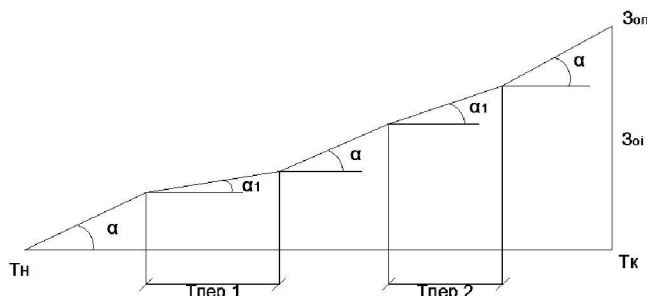


Рис. 3. Схема формирования затрат при простом процессе с перерывами:

$T_n$  – начало выполнения простого процесса с перерывами;  $T_k$  – окончание выполнения простого процесса с перерывами;  $\alpha$  – угол, характеризующий скорость изменения затрат;  $\alpha_1$  – угол, характеризующий скорость изменения затрат при перерывах;  $T_{пер1, 2}$  – продолжительность перерывов;  $Z_{oi}$  – затраты, связанные с производством продукции в  $i$ -м периоде времени;  $Z_{оп}$  – общие затраты при простом процессе с перерывами при производстве продукции

Источник: собственная разработка.

Во время перерывов изменение затрат связано с потреблением тепла, света, амортизационными отчислениями, других ресурсов.

*Сложный процесс* – процесс изготовления изделия или сборочной единицы, включает в себя простые процессы изготовления заготовок и деталей, процессы сборки отдельных сборочных единиц, агрегатов, изделия в целом. При изготовлении указанных частей изделия образуются соответствующие множества параллельно выполняемых частичных производственных процессов и формируются соответствующие затраты [5]. В сложном процессе производства часто встречаются случаи, когда процесс выполняется с перерывами и с переменными ресурсами. Это связано с работой различного типа оборудования, использования дополнительного оборудования для ускорения процесса или уменьшения количества оборудования. Характер нарастания затрат в данном случае будет зависеть от ресурсов, используемых при выполнении простых процессов, перерывов между процессами, параллельного выполнения смежных процессов. В течение выполнения комплексного процесса затраты изменяются в зависимости от применяемого оборудования, его количества, количества рабочих, участвующих в процессе, и других факторов. При параллельном выполнении простых процессов их затраты суммируются.

По приведенной выше методике были построены схемы для определения затрат на производство продукции. Для построения требуемых схем необходима информация, определяющая режимы работы оборудования, а также данные, характеризующие экономические результаты работы предприятий и их подразделений. Для построения графика, отражающего суммарное изменение затрат, время реализации комплексного процесса делится на отрезки. Каждый из выделенных отрезков характеризуется тем, что характер изменения затрат в течение этого отрезка остается постоянным. Порядок построения схемы

следующий: строится график выполнения простых процессов, из которых состоят комплексные процессы (рис. 4); выявляется характер нарастания затрат простых процессов; определяются отрезки времени, в течение каждого из которых характер нарастания затрат одинаковый; определяется количество параллельно выполняемых простых процессов на каждом выделенном отрезке времени; строится суммарный график нарастания затрат (рис. 5).

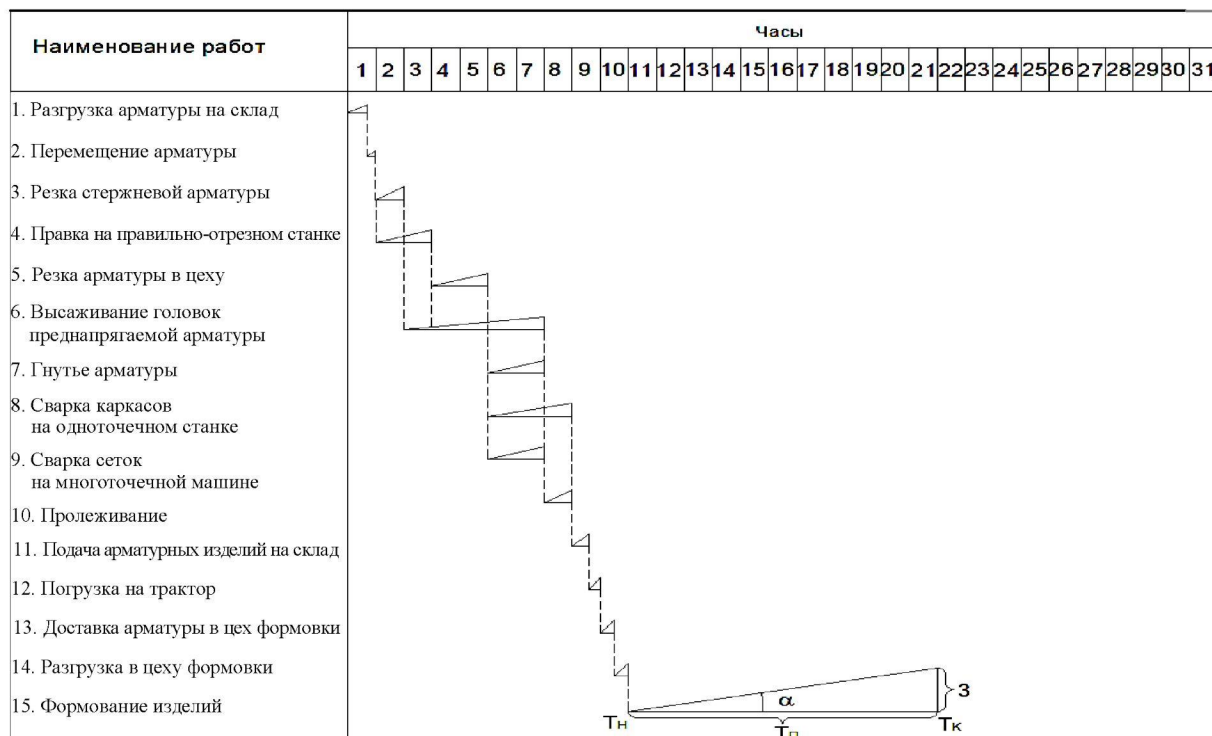


Рис. 4. График нарастания затрат по отдельным операциям и процессам:

$T_n$  – начало выполнения простого процесса;  $T_k$  – окончание выполнения простого процесса;  
 $T_n$  – продолжительность выполнения процесса;  $Z$  – затраты, связанные с выполнением данного процесса;  
 $\alpha$  – угол, характеризующий скорость изменения затрат

Источник: собственная разработка.

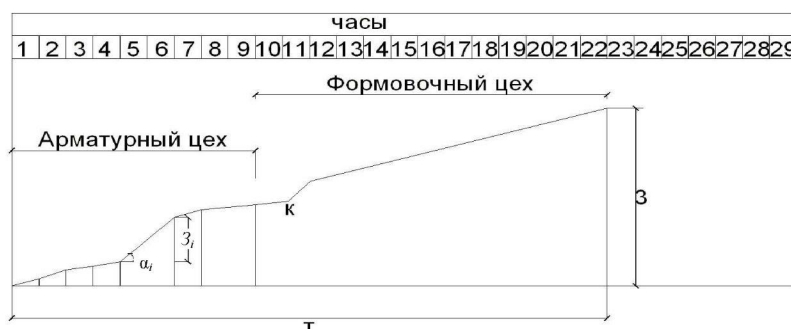


Рис. 5. Суммарный график нарастания затрат при производстве пустотных плит перекрытия:

$\alpha_i$  – угол, характеризующий скорость изменения затрат на  $i$ -й операции;  $Z_i$  – затраты на  $i$ -й операции;  
 $Z$  – общие затраты при производстве плит перекрытия пустотного настила;  $T$  – общая продолжительность изготовления плит перекрытия пустотного настила;  $K$  – момент подачи бетонной смеси

Источник: собственная разработка.

Таким образом, по приведенной выше методике можно построить схемы для любого количества простых и комплексных процессов, выявить характер нарастания затрат при осуществлении простых процессов, комплексных, производства продукции в целом и работы предприятия в течение планового периода.

На основе временной модели была построена динамическая модель формирования затрат на производство продукции. При построении модели затрат в арматурном цеху в качестве основы использована себестоимость машино-часов ( $C_{м-ч}$ ) работы различного производственного оборудования.

Определение затрат (3) на выполнение той или иной операции производилось по формуле:

$$Z = C_{м-ч} \cdot T_n,$$

где  $T_n$  – продолжительность выполнения данной операции, ч.

При построении модели было сделано допущение, что затраты, связанные с использованием оборудования, изменяются пропорционально времени. В этом случае характер нарастания затрат и их величина графически изображаются в виде прямоугольного треугольника. Скорость нарастания затрат характеризуется величиной угла наклона гипотенузы треугольника. Чем быстрее растут затраты, тем больше угол наклона гипотенузы.

Так, при построении затрат на изготовление пустотной плиты перекрытия имеем следующую картину. Плита содержит в себе рабочую арматуру, монтажные петли, сетки. Каждая из деталей имеет свою технологию производства. Рабочая арматура в процессе обработки подвергается таким операциям, как разгрузка краном на складе, перемещение на тележке, резка в цеху и высадка головок на машине. Разгрузка осуществляется мостовым краном грузоподъемностью 10 т, себестоимость одного часа которого составляет 25 800 руб. Высокая себестоимость машино-часа крана вызывает существенный рост затрат по его эксплуатации, однако высокая производительность разгрузки позволяет ее осуществить за короткий промежуток времени, и затраты не успевают достигнуть за это время значительной величины.

Перемещение арматуры осуществляется на тележке, затраты за час эксплуатации которой равны 9 000 руб. Невысокая себестоимость и значительная производительность перемещения обеспечивают медленное нарастание затрат, связанных с выполнением операции. Резка арматуры осуществляется на ножницах С-370, себестоимость машино-часа которых составляет 4 470 руб. Короткое время работы ножниц на резке обеспечивает небольшие затраты, связанные с их эксплуатацией. Высадка головок осуществляется на высадочной машине, себестоимость машино-часа которой равна 24 300. Машина имеет низкую производительность, что связано с большими затратами на ее эксплуатацию при обработке партии деталей.

Для изготовления монтажных петель применяется технологический процесс, включающий операции: разгрузку на складе, перемещение арматуры, правку арматуры, резку и гнутье. Первая и вторая операции те же, что и при изготовлении рабочей арматуры. Правка и отрезка осуществляется на правильно-отрезном станке, себестоимость станко-часа которого составляет 16 800 руб. Гнутье осуществляется на станке, себестоимость машино-часа которого 7 080 руб. Наибольшую долю в нарастании затрат вносит операция правки и резки. При изготовлении сеток наибольшие затраты имеют место при выполнении операции сварки на однотоочечной машине и при многотоочечной сварке.

После выполнения операций, связанных с получением отдельных деталей плиты перекрытия, они подаются на склад, комплектуются и отвозятся в формовочный цех.

Динамическая модель формирования затрат на производство арматуры плит перекрытия представлена на рисунке 6.

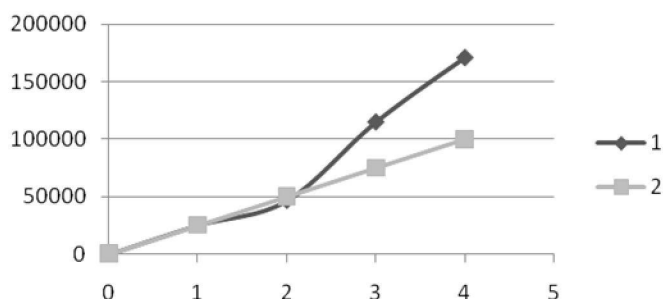


Рис. 6. Динамическая модель формирования затрат на производство арматуры плит перекрытия:  
1 – кривая нарастания затрат на производство арматуры плит перекрытия;  
2 – прямая равномерного нарастания затрат

Источник: собственная разработка.

Динамическая модель нарастания затрат построена на основе временной модели и данных о себестоимости машино-часа. Данная модель позволяет определить скорость нарастания затрат при изготовлении изделия, общую величину этих затрат. Нарастание затрат осуществляется за счет таких факторов, как время эксплуатации оборудования, время выполнения операций, параллельность их выполнения, стоимость машино-часа работы оборудования.

Построенный график показывает разную скорость нарастания затрат на различных операциях. Участок, где фактическая скорость нарастания затрат ниже теоретической (прямой равномерного нарастания затрат), изображается вогнутой кривой, где выше – выпуклой. Механизм оптимизации модели заключается в стремлении к равномерному распределению затрат в цехе. Равномерное нарастание затрат принято исходя из необходимости обеспечения равномерной загруженности оборудования, трудовых ресурсов, ликвидации перерывов. Поэтому необходимо провести концентрацию недорогостоящих операций (где фактическая скорость нарастания затрат ниже теоретической) и рассредоточение дорогостоящих операций (где фактическая скорость нарастания затрат выше теоретической). Уменьшить скорость нарастания затрат возможно за счет повышения производительности труда и применения менее дорогостоящей техники.

**Заключение.** Для повышения конкурентоспособности пустотной плиты перекрытия в ходе проведенного исследования получены следующие результаты:

- разработан график, указывающий четкую взаимосвязь между цехами, что дало возможность снизить перерывы, а следовательно, повысить производительность труда формовки плит перекрытия, сократить длительность производственного цикла, применив параллельно-последовательный вид движения операций;

- построены линейные графики, позволяющие выявить операции, их взаимосвязь между собой и более правильно рассчитать календарно-плановые нормативы, их продолжительность;

- разработана динамическая модель нарастания затрат, показывающая необходимость оптимизации процесса производства продукции путем перераспределения ресурсов таким образом, чтобы скорость нарастания затрат была одинаковой на протяжении всего планового периода. (Рассматриваются затраты, связанные с обработкой, без стоимости материалов);

- сделан вывод о необходимости повысить производительность труда при выполнении операций, связанных с высаживанием головок, всеми видами сварки и особенно с вязкой каркасов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О жилищном строительстве в январе–сентябре 2013 г. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/pressrel/housing.php>. – Дата доступа: 10.12.2013.
2. Грузинов, В.П. Основы производственного цикла и методы организации производства / В.П. Грузинов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://elitarium.ru/2009/07/09/print:page,1,metody\\_organizacii\\_proizvodstva.html](http://elitarium.ru/2009/07/09/print:page,1,metody_organizacii_proizvodstva.html). – Дата доступа: 15.01.2014.
3. Мищенко, Л.В. Расходы промышленной организации: сущность методических подходов к анализу и планированию: курс лекций для слушателей специального факультета по переподготовке кадров специальности 1-25 01 75 «Экономика и управление на предприятии промышленности» / Л.В. Мищенко, Е.В. Симончик. – Гомель: Белорус. торгово-экономический ун-т потребительской кооперации, 2009.
4. Лекция 3. Производственный процесс. Типы производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://edu.dvgups.ru/METDOC/EKMEN/MEN/PROIZ\\_MEN/POS/UP/frame/3.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/EKMEN/MEN/PROIZ_MEN/POS/UP/frame/3.htm). – Дата доступа: 25.02.2014.
5. Производственный цикл простого и сложного процесса. Виды движения предметов труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://de.ifmo.ru/bk\\_netra/page.php?tutindex=3&index=107](http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?tutindex=3&index=107). – Дата доступа: 25.02.2014.

Поступила 25.03.2014

#### COMPETITIVENESS OF BUILDING CONSTRUCTIONS AND THE WAY OF ITS INCREASE ON THE BASIS OF RESEARCH OF DYNAMIC MODELS OF FORMATION OF EXPENSES

*N. DUBROVSKIY, H. NEKRASOVA*

*Transition to market economy demands from the construction organizations of increase of competitiveness of let-out construction designs. The existing production technology of plates of overlapping is studied and on its basis its perfect option is offered more. The dynamic model of increase of expenses for production on the basis of temporary model is developed. The technique of optimization of dynamic model of increase of expenses is developed. Recommendations about organization improvement, planning and production management of construction ferroconcrete designs are developed.*