

НАПРЯЖЕННОСТЬ И ТЯЖЕСТЬ ТРУДА КАК СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Василий Шаленный*, Лина Кислица**

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства

**Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

Адрес: *г. Симферополь, ул. Павленко, 3, корпус 2, к. 304-а

e-mail v_shalennyj@mail.ru

**г. Днепропетровск, ул. Чернышевского, 24-а, к. 313

e-mail lina_kalnysh@ukr.net

Аннотация. Исследование технико-экономических показателей возможных вариантов механизации монтажного процесса по возведению стальных силосов из оцинкованной стали методом подращивания позволило выявить более экономичные схемы. Для этих схем исследовался показатель тяжести и напряженности труда рабочих. Что позволило оценить и категорию тяжести этого труда, как одного из показателей энергоэффективности рассмотренного технологического процесса.

Ключевые слова: монтаж, показатели эффективности, тяжесть труда рабочих.

ВВЕДЕНИЕ

В Украине, как и других странах Восточной Европы, в последнее время, как приоритетные, проявляются две противоположно действующие социально-экономические проблемы: ресурсо-, и прежде всего, энергосбережение, а также занятость населения. С учетом этого, научные исследования должны быть направлены, с одной стороны, на разработку и внедрение энергосберегающих технологий и оборудования. А с другой стороны, мы должны выбирать и использовать только те технологии, которые реализуются высококвалифицированными специалистами строительной отрасли, пусть иногда и в большем их количестве, но заведомо отказываясь от технологий, использующих малопривлекательный и тяжелый физический труд низкоквалифицированных строительных рабочих, который чаще всего есть и более опасным. А поэтому, кроме общепризнанных показателей конкурентоспособности строительных технологий, таких как себестоимость, трудоемкость и продолжительность, следует рассматривать, учитывать и оптимизировать, и показатели тяжести и напряженности труда рабочих, которые задействованы при реализации безусловно прогрессивных строительного-монтажных процессов. Одним из таких является строительство цилиндрических зернохранилищ из оцинкованной стали методом подращивания [7]. На примере технологии монтажа такого зернохранилища покажем возможность и целесообразность оценки и учета тяжести труда строительных рабочих, как одного из определяющих эффективность этой технологии.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Строительство зернохранилищ для Украины является актуальной проблемой, которая решается путем внедрения технологии монтажа предварительно изготовленных на заводе элементов из оцинкованной стали, что существенно сокращает сроки ввода в эксплуатацию [19]. Кроме сроков строительства, важны также оценочные показатели себестоимости и трудоемкости работ, которыми в большинстве случаев ограничиваются исследователи и производственники при принятии решения о целесообразности и эффективности применения той или иной технологии [1, 6, 16, 18]. В себестоимость строительного-монтажных работ обычно включены и такие важные ресурсы как трудовые и энергетические. Использование трудовых ресурсов выражается через сумму заработной платы производственных рабочих, а энергетические учитывают через расход топлива, электроэнергии, пара и др. при эксплуатации строительной техники, участвующей в технологическом процессе [8, 10, 14, 20, 21].

Рассматривая конкретную технологию, исследователи изучали и оптимизировали затраты энергии на выполнение механической работы соответствующими машинами и механизмами [3, 9, 17]. При этом чаще всего исследовались усилия и перемещения с преодолением сопротивлений, создаваемых рабочей средой, а энергетическая эффективность обосновывалась уменьшением этих усилий и перемещений [2, 15]. Оценка же тяжести и напряженности труда строительных рабочих, участвующих в производственном процессе наряду с техникой, обычно не рассматривалась. В строительной отрасли, впервые в СССР, ВНИПИТруда в строительстве предложено при определении суммарных энергозатрат производственного процесса учитывать и энергоемкость труда рабочих [13]. Там же изложены

и основы методики соответствующих расчетов, которые в то время предлагалось использовать для аттестации и рационализации рабочих мест строителей.

Полученные расчетами энергетические затраты рабочих можно сравнить с нормируемыми по санитарным нормам [4] и, таким образом, иметь представление о тяжести и напряженности труда рабочих при выполнении тех или иных технологических операций, а затем и процессов. Однако нам не известны работы, где бы комплексно рассматривались вопросы эффективности, включая и энергоэффективность строительно-монтажных (либо других) производственных процессов с учетом тяжести труда рабочих.

Цель работы — повышение эффективности монтажных работ по возведению цилиндрических силосных корпусов из оцинкованной стали методом подрачивания. Для чего решались следующие научно-технические задачи:

- ▲ изучение и анализ работ предшественников, способов механизации монтажного процесса с формированием возможных вариантов технологии по признаку комплектации доступным в Украине грузоподъемным оборудованием;

- ▲ разработка принципиально возможных альтернативных вариантов организации монтажного процесса;

- ▲ вычислительные и натурные эксперименты по определению технико-экономических показателей сформированных вариантов протекания процесса монтажа (трудоемкость, себестоимость, продолжительность, энергоемкость);

- ▲ анализ результатов и обоснование рекомендаций по эффективным технологиям монтажа с учетом комплекса изученных показателей.

МЕТОДИКА, РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

На практике, чаще всего, монтаж стальных силосов больших диаметров осуществляют при помощи грузоподъемных механизмов, закрепленных на инвентарных шеврах из стальных труб. Эти трубы в нижней части опираются на предварительно изготовленные железобетонные фундаменты и раскрепляются от поворота под нагрузкой (весом поднимаемой части силоса) при помощи якорных систем за пределами фундамента (схема 2 в табл.1). Там же представлены и другие вариации схем монтажа, включая предложенную авторами (схема 1,), где взамен якорной системы закрепления шевров используются инвентарные треугольные фермы, предварительно монтируемые на фундаменте силоса.

В первых двух представленных технологических схемах, как альтернативные, рассматривались пять возможных вариантов механизации подъема (тали ручные цепные,

рычажные и электрические, а также лебедки ручные и электрические). И каждый из перечисленных разновидностей механизмов имел несколько марок этих механизмов, отличающихся грузоподъемностью, страной и фирмой-изготовителем, а следовательно, и стоимостью приобретения соответствующего комплекта. Поэтому в табл. 1 указана средняя стоимость комплекта оборудования, которое можно купить в Украине и минимально необходимое для механизации монтажа унифицированного стального силоса диаметром 22,15 м.

Третий, включенный как возможный вариант механизации подъема — гидравлическими домкратами с системой распределения от центральной масло станции. Эта схема также применяется в Украине, но отличается внушительной стоимостью (минимальная цена комплекта превышает 1 млн. грн.).

Сформированные таким образом возможные технологические комплекты оборудования с необходимым для них количеством рабочих составили исходные данные для расчетов трудоемкости и стоимости производства монтажных работ при возведении одного и того же типоразмера силосного корпуса. Здесь использовались действующие в Украине правила сметных расчетов [5, 12] в ценах прошлого, 2012г.

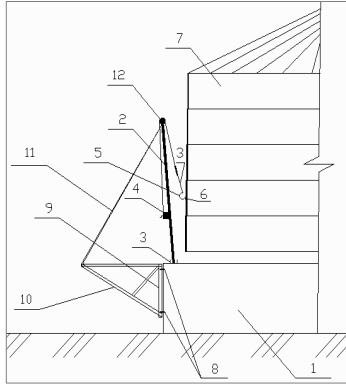

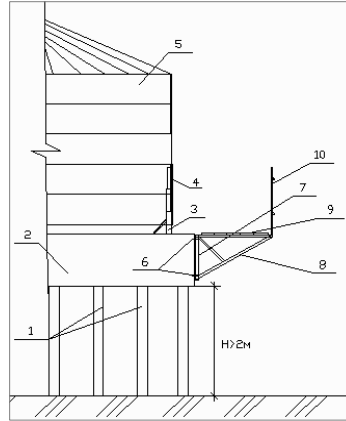
Как результат, определены удельные показатели себестоимости, трудоемкости, а также продолжительности монтажа силосного корпуса (Рис.1).

Как видно из представленной информации, все изученные показатели технологии имеют определенные колебания по рассмотренным организационно-технологическим решениям: себестоимость изменяется от 262,4 до 278,26 грн./куб. м полезного объема силоса (максимально размах колебаний достигает 5,7%); трудоемкость процесса колеблется от 293,22 до 395,33 чел.-дн. (увеличивается на 25,83 % от минимальной трудоемкости); соответственно, изменяется и продолжительность монтажа — с 9 до 15 дней, т.е. на 40 %.

Как и предполагалось ранее, наиболее экономичным по показателю себестоимости процесса, выявилось использование талей, применяемых при возведении силосов по запатентованной нами первой схеме производства монтажных работ. Использование большинства других рассмотренных вариантов технологии оказалось несколько дороже. Применение для подъема домкратной системы оказалось всего лишь на 2,26 % дешевле самых экономичных систем с использованием лебедок канатных с электроприводом. Использование якорных систем закрепления на 1,2% дороже первого способа, а вот самым экономичным оказался вариант с применением гидравлического оборудования и консольного раскрепления шевров на фундаменте.

Таблица 1. Рассмотренные возможные технологические схемы монтажа силоса диаметром 22,15 м по методу подрачивания

Table 1. Considered possible technological installations of the silo diameter of 22.15 m by the method of rearing

Технологическая схема	Суть способа и условные обозначения	Средняя стоимость комплекта оборудования по вариантам механизации монтажа, тыс. грн.
 <p>1</p>	<p>шевы для подъема закрепляются фермами на фундаменте силосного корпуса: 1-плоский фундамент; 2-наклонный шевр; 3-подъемный полиспаг; 4 -лебедка; 5- крюк; 6-стальная петля; 7-поверхность силоса; 8-горизонтальный анкер; 9-прокатный швеллер; 10- ферма; 11-подкос; 12-блок</p>	<p>Тали ручные цепные — 73,5</p> <p>Тали ручные рычажные — 162,5</p> <p>Тали электрические — 703,1</p> <p>Лебедки канатные электрические — 1930,3</p>
 <p>2</p>	<p>шевы для подъема удерживаются специальными якорными устройствами за пределами фундамента</p>	<p>Лебедки канатные ручные — 146,5</p>
 <p>3</p>	<p>подъем гидравлическими домкратами с системой трубопроводов от общей маслостанции: 1-свайный фундамент Н>2м; 2-ростверк; 3-подъемный домкрат; 4-металлическая петля; 5-поверхность силоса; 6-горизонтальный анкер; 7-прокатный швелер; 8- ферма; 9-рабочий настил; 10-ограждение</p>	<p>1334,0</p>

Совсем другая разница в показателях трудоемкости и почти напрямую связанной с ней продолжительности работ. Наименьшая трудоемкость и продолжительность будет при монтажных работах, выполняемых при помощи

системы подъема на основе гидравлических домкратов (трудоемкость почти на 30 % меньше

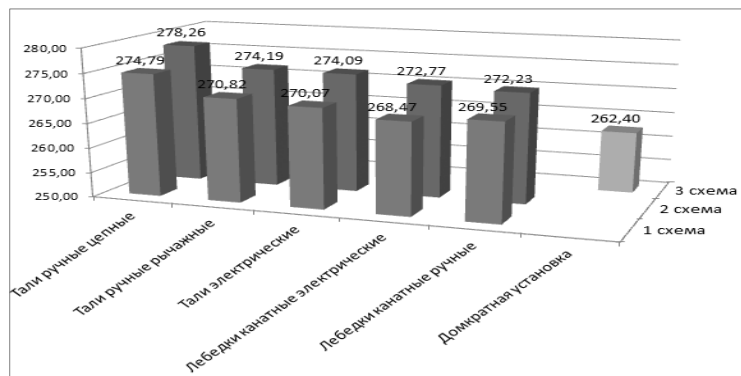
всех остальных вариантов, а продолжительность монтажа сокращается на 40 %).

Существенно экономичнее по трудозатратам в большинстве случаев оказался предложенный

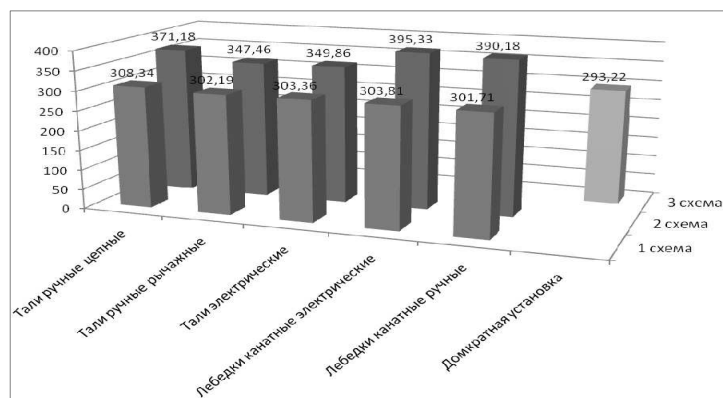
нами первый способ закрепления шевров на фундаменте строящегося силоса (кроме варианта с гидродомкратной установкой) - трудоемкость монтажа по предложенному способу на 12%, а

иногда и на 23% ниже, чем при распространенном предварительном устройстве якорных систем.

а)



б)



в)

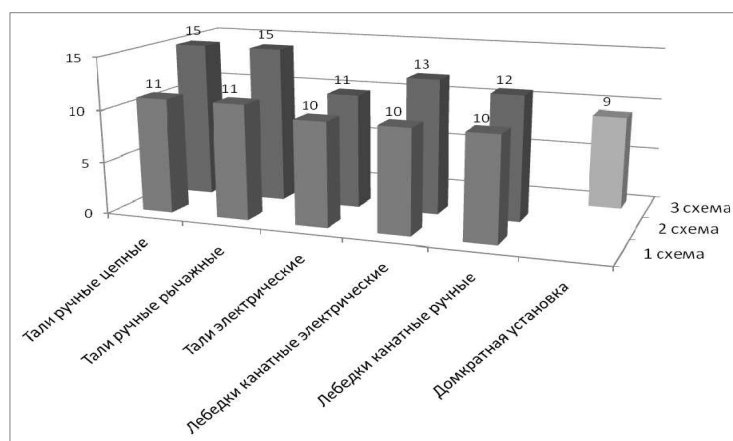


Рис.1. Сравнительные удельная себестоимость (а), трудоемкость (б) и продолжительность (в) монтажа силоса диаметром 22,15м по рассмотренным возможным вариантам технологии и механизации работ

Fig.1. Comparative unit cost (a), the complexity (b) and duration (c) mounting diameter of 22,15 m silo by considering options of technology and mechanization of work

Несмотря на такие наши результаты распространение в Украине получила вычислительных экспериментов, наибольшее технологическая схема с применением ручных

цепных талей. Это можно объяснить прежде всего тем, что первоначальные инвестиции в приобретение комплекта этого оборудования в среднем от двух (для тоже ручных, но рычажных талей и лебедок) до десяти (тали электрические), и даже двадцати (гидравлическая система и лебедки с электроприводом), раз меньше. Подрядной организации, в существующей социально-экономической ситуации, слишком рискованно дополнительно вложить еще в среднем 1,5 млн. грн. для покупки более прогрессивного, по показателю трудозатрат рабочих, оборудования. Ведь себестоимость работ при этом существенно не уменьшится. А тяжесть труда рабочих-монтажников до сих пор никак не учитывалась. Да и их зарплата в

себестоимости не имеет решающего значения и напрямую не учитывает тяжесть технологического процесса.

Поэтому нами была проведена серия экспериментально-теоретических исследований для устранения такой технической, а главное, социальной, несправедливости. Проведены исследования и установлены количественные закономерности возрастания усилий, прикладываемых рабочим на приводную цепь тали, по мере увеличения высоты поднимаемой части силосного корпуса (Рис. 2). Пропорционально увеличению усилия возрастает и затрачиваемая каждым рабочим энергия при подъеме каждого последующего монтажного яруса (Рис. 3).

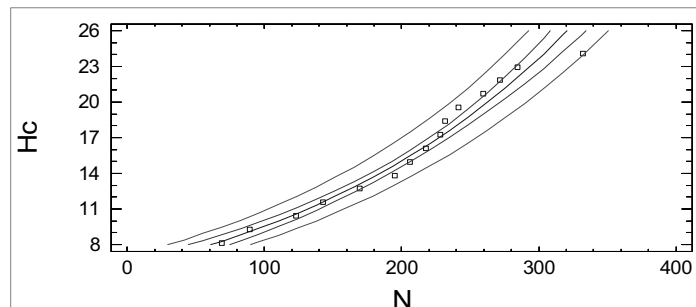


Рис.2. Экспоненциальная зависимость прикладываемых усилий N (Н) от высоты поднимаемой части силоса H_c (м)

Fig.2. The exponential dependence of effort N (N) the height of the lifting of the silo H_c (m)

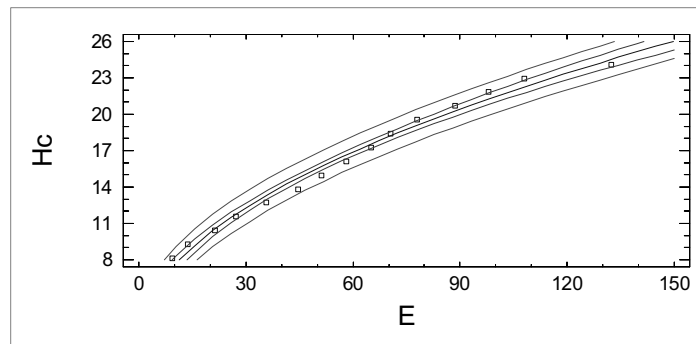


Рис.3. Возрастание энергетических затрат монтажника E (кДж) с увеличением высоты поднимаемой части силоса H_c (м)

Fig.3. The increase in energy costs installer E (kJ) with increasing height lifted part of the silo H_c (m)

Имея в виду полученные статистические закономерности возрастания усилий и энергозатрат рабочих на подъем с увеличением высоты поднимаемой части (монтажного яруса) силосного корпуса диаметром 22,15м, мы рассмотрели номенклатуру других типоразмеров поставляемых в Украину конструкций аналогичных силосных корпусов. Зная их поярусную массу, диаметр и число грузоподъемных механизмов, для анализа был

принят такой обобщающий технический параметр как площадь сектора, приходящаяся на один грузоподъемный механизм (шевр с талей). Обработкой полученной информации установлена зависимость увеличения поминутных энергозатрат рабочих ($У_x$, ккал/мин.) от указанной площади (X_6 , m^2) и номера монтажного яруса (X_1), Рис.4.

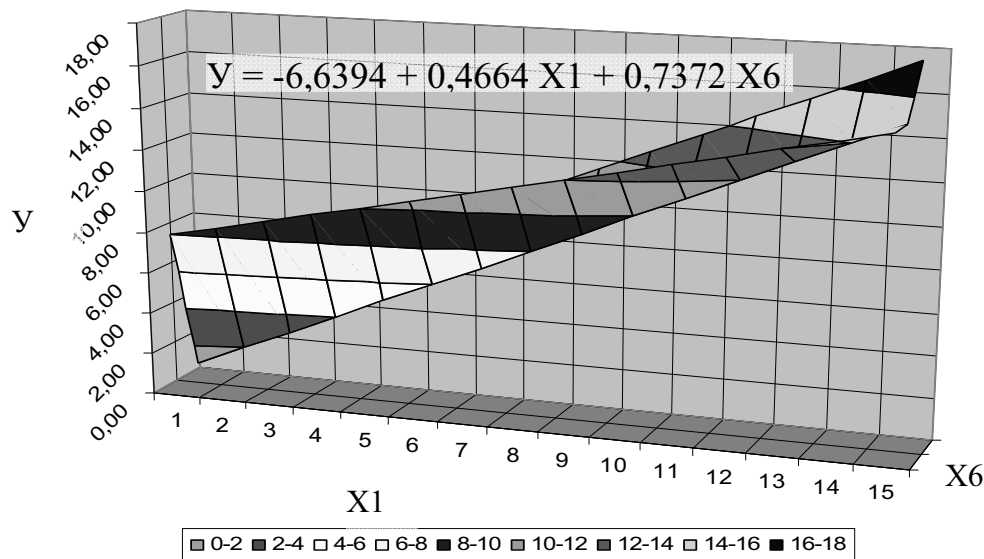


Рис. 4. Графическое отображение взаимосвязи усредненных энергетических затрат монтажников на подъем силоса от количества смонтированных ярусов и площади его сектора, приходящегося на один грузоподъемный механизм

Fig.4. Graphical display of the relationship of average energy consumption of installers to lift the silo on the number of the mounted tiers and the area of its sector, falling on a lifting device

Кроме энергозатрат монтажников на собственно подъем каждого яруса, в технологическом цикле подготовки к каждому подъему присутствуют подготовительные работы, обычно выполняемые теми же работниками. Чтобы определить и эту составляющую суммарных энергетических затрат рабочих, их рассчитывали по известным таблицам проф. Лемана (потребление калорий за минуту выполнения наиболее характерных производственных и бытовых работ [11]), а также собственным данным хронометражных наблюдений продолжительности технологических операций сборки силоса и других подготовительно-заключительных работ.

В результате, получены усредненные поминутные, часовые и сменные энергозатраты труда рабочих-монтажников стального силосного корпуса диаметром 22,15м, осуществляющих монтаж при помощи ручных цепных талей (табл. 2). Сравнение этих данных с нормируемыми для разной степени тяжести работ [4, табл. 4.11.7] по физической динамической нагрузке, подтверждает выдвинутое предположение о качественном изменении тяжести труда при подъеме, а потом, и сборке нижних ярусов силосного корпуса. Работы из 1 (оптимального по рекомендациям Минздрава Украины) класса с легкой физической нагрузкой при сборке и монтаже кровли и верхних ярусов, переходят во 2 (допустимый) класс со средней нагрузкой, а затем — в 3 (вредный) класс тяжелого физического труда степени 3.1 и даже 3.2 при монтаже самых нижних ярусов стального силоса.

Таким образом, экономичные по показателям себестоимости и продолжительности монтажные процессы по возведению стальных силосов при

помощи относительно простых и не дорогих монтажных механизмов, оказались не допустимо энергоемкими по затратам физического труда обслуживающих их работников. Согласиться с возможностью использования такого оборудования можно только в нынешней, непростой социально-экономической ситуации. Нельзя называть безусловно эффективной и перспективной технологию, использующую тяжелый физический труд наемных рабочих.

Зная полученный негативный результат, появляется возможность организационными и экономическими методами управлять ситуацией следующими путями:

- ▲ отказ от ручных механизмов в пользу электрических и гидравлических;
- ▲ увеличение количества этих механизмов чтобы уменьшились усилия, приходящиеся на одного работника при подъеме;
- ▲ уменьшение или ограничение высоты проектируемого сооружения с той же целью;
- ▲ сокращение продолжительности рабочей смены в соответствии с законодательством о тяжелых и вредных условиях труда;
- ▲ равномерное распределение монтажных работ с учетом их тяжести (ограничение числа подъемов в рабочую смену);
- ▲ социально-экономическое стимулирование для уменьшения негативных последствий тяжелого физического труда (соответствующая зарплата, дополнительный отпуск, медицинское обслуживание, льготные пенсии и т. п.).

Таблица 2. Возрастание энергозатрат монтажников и тяжести их труда по мере увеличения высоты подрачиваемого стального силоса диаметром 22,15м

Table 2. The increase in energy installers and the severity of their labor with increasing height were grown steel silo with a diameter of 22,15 m

№ монтажного яруса	Суммарные энергетические затраты на подъем стального силоса, кгс м	Пиковые энергозатраты на 1 рабочего при подъеме, ккал/мин	Оценка тяжести труда	
			Класс вредности	Степень тяжести
1	1063,97	2,49	оптимальный	1
2	1384,69	3,24	оптимальный	1
3	1910,59	4,47	допустимый	2
4	2208,50	5,17	допустимый	2
5	2626,49	6,15	вредный	3.1
6	3026,24	7,09	вредный	3.1
7	3194,96	7,48	вредный	3.1
8	3374,32	7,90	вредный	3.1
9	3533,91	8,27	вредный	3.2
10	3588,63	8,40	вредный	3.2
11	3739,11	8,75	вредный	3.2
12	4020,30	9,41	вредный	3.2
13	4210,29	9,86	вредный	3.2
14	4407,89	10,32	вредный	3.2
15	5151,15	12,06	вредный	3.2

Мы предполагаем в дальнейшем как продолжение исследований для уточнения закономерностей изменения комплексных затрат энергии на монтаже силосов, других строительно-монтажных процессах, так и разработку соответствующего методического обеспечения для проектирования энергоэффективной технологии и организации современных строительно-монтажных

работ. Не только монтажных, но и других, прежде всего железобетонных, включая сборку и разборку опалубки, армирование, бетонирование, а также уход за бетоном, в том числе и при отрицательных температурах, при комплексном воздействии электропрогрева и химдобавок в бетонную смесь.

ВЫВОДЫ

- Путем вычислительных экспериментов и вариантного проектирования строительно-монтажных процессов по возведению стальных силосов методом подрачивания установлены сравнительные технико-экономические показатели этих процессов при использовании серийно производимых ручных, электрических и гидравлических механизмов для монтажа.
- Показано, что рассмотренные показатели мало улучшаются при отказе от ручного труда и переходе к комплексной механизации исследованного процесса. А необходимые инвестиции при этом возрастают в два — десять и более раз. Что и объясняет до сих пор повсеместное распространение в Украине именно монтажа при помощи ручных цепных либо рычажных талей.
- Для этого процесса установлены экспериментальные зависимости возрастания прикладываемых усилий, затрачиваемой энергии на подъем по мере увеличения высоты смонтированной части силоса.
- С учетом установленных закономерностей возрастания усилий и затрат энергии рабочими произведена оценка степени тяжести выполняемых работ с установлением категории по тяжести и напряженности труда строительных рабочих-монтажников.
- Отмечены возможные направления совершенствования технологии и организации работ, показано целесообразность учета и энергетических затрат работников при оценке эффективности строительно-монтажных процессов с созданием в будущем соответствующего методического обеспечения для такой оценки.

ЛИТЕРАТУРА

- Андренко П., Свиначенко М., 2010: Надежность гидравлических гасителей пульсаций и их экономическая оценка //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12C, Lublin: 43 – 53.
- Бабицкий Л., Кувшинов А., 2010. Исследование деформационных показателей почвы в процессе ее механической обработки //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12D, Lublin: 240 – 244.
- Гаврилов А. 2010: Усовершенствование процесса разделения сельскохозяйственной

- продукции //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12D, Lublin: 211 – 215.
4. ГН 3.3.5-8-6.6.1 2002. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. - Київ:
 5. ДБН Д.1.1-1-2000. Правила определения стоимости строительства, – К. : Госстрой Украины: 162.
 6. Догода П., 2010. Проблемы комплексной механизации возделывания и уборки винограда //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12D, Lublin: 227 – 231.
 7. Кислица Л. В., 2009. Будівництво зернопереробних підприємств. Існуючі методи, доцільність і шляхи вдосконалення методу підрошування сталевих силосів //Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – № 6-7. – 25-29.
 8. Кобець А., Нагієва Н. 2011. Дослідження впливу параметрів роторних робочих органів на якісні показники роботи розкидачів мінеральних добрив //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 13C, Lublin: 159 – 164.
 9. Корохов В., Бутова І., Лавринев П. 2009. Технология и оборудование для изготовления теплоизоляционных материалов из отходов виноградной лозы //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 11B, Lublin: 85 – 93.
 10. Корохов В., Бутова І., 2010. Особенности конструкций и расчет мощности энергосберегающих дробилок для минерального органического сырья //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12D, Lublin: 86 – 94.
 11. Леман Гунтер, 1967: Практическая физиология труда. - М.: Медицина: 336.
 12. Методика определения стоимости эксплуатации собственных строительных машин и механизмов строительных организаций при составлении договорной цены и проведении взаиморасчетов за объемы выполненных работ, 2006. //Ценообразование в строительстве. №1: 296-320.
 13. Руководство по проектированию высокопроизводительных трудовых процессов строительного производства. 1978. Вып.1. Основные положения /Всесоюз. научн. – исслед. и проектный институт труда в строительстве Госстроя СССР. – М.: Строиздат, – 32.
 14. Рутенко В., Степанов А., Степанова Е., 2010. К задаче оптимизации параметров и режимов работы агрегатов для уборки овощей с учетом триботехнических особенностей процессов //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12D, Lublin: 216 – 221.
 15. Сукач М., Новіков Р., 2011. Опір піщаного ґрунту при щільному різанні широким ножом //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 13C, Lublin: 183 – 189.
 16. Сукач М., Хоменко М., Литвиненко І., 2009. Оптимізація собівартості застосування машин для будівництва промислових об'єктів //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 11B, Lublin: 190 – 195.
 17. Сукач М., Чередник В., 2010. Гидравлический расчет эрлифтной установки //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12D, Lublin: 117 – 122.
 18. Чередниченко І., 2009. Эффективность работы пневмотранспортирующих машин при вибрационном воздействии на аэроднище смесительных камер //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 11B, Lublin: 156 – 163.
 19. Шаленный В. 2012. Дослідження енергетичних витрат монтажників при поетапному підрошуванні сталевих силосів у взаємозв'язку з розмірами частини, яку підіймають /В. Шаленный, П. Несевря, Л. Кислица, О. Біцоева, О. Кузьменко // Theoretical Foundations of Civil Engineering. — Vol. 20. Warsaw: 493—500.
 20. Rutenko V., Stepanova E., 2009: The reduction energy intensity of cultivation by tribotechnical method //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 11A, Lublin: 77 – 81.
 21. Yakovenko A., 2010: Effect of increasing rate of movement in the value of losses power used in rolling resistance agriculture with mounted-toll //MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. - Vol. 12C, Lublin: 26 – 32.

TENSION AND SEVERITY OF LABOUR AS COMPONENTS OF ENERGY EFFICIENCY CONSTRUCTION AND INSTALLATION PROCESS

Summary. Study of technical and economic possibilities of mechanization installation process for the construction of steel silos of galvanized steel by rearing revealed a more efficient scheme. For these schemes investigated as severity and intensity of workers. That allowed us to estimate the severity and category of labor as one of the energy efficiency of the technical process considered.

Keywords: installation, performance indicators, the severity of the workers