

УДК 69.059.7:624.012.35

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЗАТРАТ МОНТАЖНИКОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛОСОВ МЕТОДОМ ПОДРАЩИВАНИЯ**

*д.т.н., проф. Шаленный В.Т.**, *к.т.н., доц. Ковалев А.А.**, *к.т.н., доц.
Несебря П.И.***, *асп. Кислица Л.В.***, *асс. Бицоева О.А.***

**Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
г. Симферополь*

***ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и
архитектуры», г. Днепропетровск*

Современные потребности агропромышленного комплекса предусматривают использование современных технологий и материалов в аграрном строительстве, что позволит повысить эффективность хозяйственной деятельности предприятий страны. Поэтому достаточно актуально строительство зернохранилищ, выполненных из металлических конструкций на болтовых соединениях, что существенно сокращает сроки строительства, повышает надёжность эксплуатации построенных сооружений, способствует экономии средств. Решению этих вопросов способствует внедрение инновационных технологий в производство оборудования по обработке и хранению зерновой продукции с применением высококачественных стальных конструкций отечественного и зарубежного производства.

Проблемой монтажных процессов остаются достаточно большие трудовые и энергетические затраты рабочих, задействованных при выполнении тех или иных операций. Оценивать работу монтажников, помимо общепринятых показателей технологичности, таких как трудоемкость, себестоимость и продолжительность, предлагается и по энергетическим затратам рабочих, что было предложено и обосновано в [5].

Связь с научными и практическими заданиями и анализ последних исследований и публикаций. Актуальность и целесообразность строительства новых зернохранилищ с подробной классификацией и анализом основных методов возведения металлических силосных корпусов с мотивацией выполнения монтажных работ подращиванием ранее были приведены в нашей статье [4].

В руководстве [2, табл. на с.15] приводятся методики подсчета и рекомендации по оценке энергетических затрат работников, а также количественные показатели этих затрат при выполнении отдельных технологичных операций. Однако перечень операций не полный и в условиях научно-технического прогресса существенно изменился, так же как и технология производства монтажных работ.

Целью настоящей работы является оценка энергетических затрат рабочих при выполнении строительно-монтажных работ для совершенствования прогрессивной технологии возведения металлических силосов известным методом подращивания.

Изложение основного материала исследований. Предварительно, сбор необходимой статистической информации выполнялся по данным фирм-подрядчиков, которые осуществляли монтажные работы по возведению металлических зернохранилищ методом подрачивания, по паспортам соответствующего оборудования и инструмента, используемого непосредственно при производстве работ.

Натурный эксперимент был выполнен в ноябре-декабре 2010 года при строительстве перегрузочного терминала с отгрузкой зерновых и масличных культур на речной транспорт в городе Кременчуге Полтавской области. Работы производились по заказу крупнейшего зернотрейдера Украины – ООО СП «НИБУЛОН», фирма-подрядчик по монтажу силоса – ООО «ЕвроСтройСервис». Осуществлялись видеосъемка, хронометраж и замеры усилий динамометрами при возведении металлического зернохранилища вместимостью 5,5 тыс. тонн зерна диаметром 22,15 м и количеством устраиваемых ярусов 15 штук по 1,14 м каждый.

В общем виде, затраченную энергию для подготовки и устройства верхнего яруса быстровозводимых металлических силосов на болтовых соединениях можно представить в виде формулы:

$$E = A_I + A_{II} + A_{III} + A_{IV} + A_V + A_{VI} + A_{VII} + A_{IX}, \quad (1)$$

где $A_I = A_{\text{ярус}} + A_{\text{р.ж.}}$ – работа, связанная с устройством первого, верхнего яруса силоса, который включает в себя временное закрепление металлических панелей на переставную скобу в отверстиях для болтов, замоноличивание мест соединения панелей герметиком, завинчивание болтов с помощью механизированного инструмента (гайковерта) и работу по устройству ребер жесткости на только что смонтированном, очередном ярусе; $A_{II} = A_{\text{петля}}$ – то же, с установкой переставной металлической петли, для временного закрепления к ней крюка цепной тали; $A_{III} = A_{\text{мачта}}$ – то же, по устройству вспомогательной центральной мачты, для возведения каркаса кровли силоса; $A_{IV} = A_{\text{кровля}}$ – то же, по устройству покрытия конусной кровли цилиндрического силоса, на болтовом соединении механизированным инструментом; $A_V = A_{\text{шевр}}$ – то же, по устройству грузоподъемного оборудования (шевра), где закреплено ручной подъемный полиспаст с храповым механизмом (таль); $A_{VI} = A_{\text{«г»ферма}}$ – то же, по устройству «г»-образной фермы по периметру фундамента; $A_{VII} = A_{\text{подкос}}$ – жесткая фиксация верхней части шевра с «г»-образной фермой подкосом; $A_{VIII} = A_{\text{подъем}}$ – работа на ярус подъема, связанная с приложением определенных ручных усилий на полиспаст, вследствие чего конструкцию поднимают на заданную высоту ($\geq 1,14$ м), фиксируя в подвешенном промежуточном состоянии; $A_{IX} = A_{\text{демонтаж}}$ – работа связанная с демонтажем грузоподъемного оборудования.

После чего цикл возведения, а именно работы A_I , A_{II} , A_{VIII} , повторяются и аналогичным образом оцениваем энергозатраты на устройство последующих ярусов, частично исключив подготовку.

С другой стороны, энергетические затраты рабочих можно оценить как физическую тяжесть труда [3], обязательным критерием для которой есть мощность работы и величина статического усилия. Здесь учитывается вес

поднимаемого груза, расстояние его перемещения, характер рабочих движений, влияющих на степень напряжения физиологических функций.

Обработкой экспериментальных данных был установлен характер изменения усилий прикладываемых рабочими монтажниками для подъема конструкции с нарастанием высоты. А значит, повышается и количество затрачиваемой энергии на монтаж каждого последующего яруса. Полученная в результате замеров информация подверглась математической обработке по программам статистического анализа в пакете STATGRAPHICS *plus* for Windows [1]. В результате, были получены аналитические выражения для связи двух переменных. Пройдя процедуры простого регрессионного анализа, получено рабочее поле со статистической сводкой соответствующей модели. Графически отображены зависимости и описаны математически сравниваемые показатели изученных вариационных рядов.

В результате обработки данных были получены зависимости энергии E (кДж), затрачиваемой рабочими-монтажниками на подъем с возрастанием высоты поднимаемой части силоса H_c (м) в виде параболической модели (рис.1)

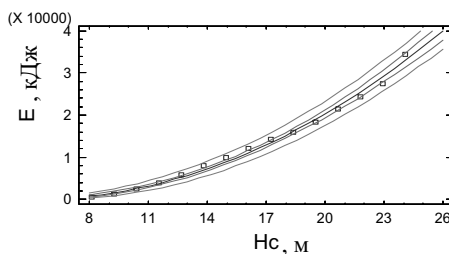


Рис. 1. Графическое отображение результатов регрессионного анализа

Такого рода зависимости учитывают лишь энергетические затраты экспериментально полученных усилий рабочими, задействованных при подъеме элементов яруса силоса, и не включают энергозатраты для всех остальных составляющих модели (1). С точки зрения суммарных энергетических затрат монтажников на весь цикл работ по возведению силоса методом подрачивания, с помощью цепных ручных талей можно рассчитать по формуле:

$$\sum_{n=1}^{n=15} E = k \times t \times e \quad (2)$$

где n - количество возводимых ярусов (15 шт.); k - количество повторяющихся операций по закреплению и завинчиванию болтов, шт., подачу и перенесение листовых панелей до места монтажа, шт. и т.д.; t - экспериментально полученные хронометражем фактические временные затраты на выполнение разного рода операций, мин.; e - потребление калорий в минуту при различных видах строительных работ по таблицам профессора Лемана [6, 2], ккал/мин.

Таблица 1

Результаты расчетов энергетических затрат рабочих при поворном монтаже стального силового диаметром 22,15 м методом поворачивания

Ярусы	Суммарные энергетические затраты на ус-во и подъем, кДж				Количество рабочих участвующих в процессе, чел				Длительность цикла, час				Пиковые в расчете на час работы энергозатраты на 1 рабочего, кккал/час				Степень тяжести, ккал/час	
	подготовка		подъем		подготовка		подъем		подготовка		подъем		подготовка		подъем		подготовка	подъем
	2	3	4	Итого	5	6	7	Большее	8	9	10	Итого	11	12	13	Итого	14	15
1 ярус	62527,12	472,89	63000,01	31	29	31	31	55,50	0,06	55,56	36,34	16,31	52,65	1 а	1 а			
2 ярус	9936,37	1230,86	11167,23	22	29	29	29	2,00	0,06	2,06	225,83	42,44	268,27	II а	II а			
3 ярус	10052,43	2547,52	12599,95	24	29	29	29	2,50	0,07	2,57	167,54	87,85	255,39	II а	II а			
4 ярус	10983,07	3926,33	14909,40	22	29	29	29	2,40	0,07	2,47	208,01	135,39	343,40	II б	II б			
5 ярус	10983,07	5836,80	16819,87	24	29	29	29	2,50	0,07	2,57	183,05	201,27	384,32	II а	II б			
6 ярус	11161,75	8070,19	19231,94	22	29	29	29	2,40	0,08	2,48	211,40	278,28	489,68	II б	III			
7 ярус	11161,75	9940,13	21101,88	24	29	29	29	2,50	0,08	2,58	186,03	342,76	528,79	II а	III			
8 ярус	11295,28	11997,87	23293,15	22	29	29	29	2,40	0,09	2,49	213,93	413,72	627,65	II б	III			
9 ярус	11295,28	14136,00	25431,28	22	29	29	29	2,40	0,09	2,49	213,93	487,45	701,37	II б	III			
10 ярус	11295,28	15949,87	27245,15	22	29	29	29	2,40	0,09	2,49	213,93	550,00	763,92	II б	III			
11 ярус	13859,38	18280,54	32139,92	22	29	29	29	2,40	0,10	2,50	262,49	630,36	892,85	III	III			
12 ярус	13859,38	21442,14	35301,52	22	29	29	29	2,40	0,11	2,51	262,49	739,38	1001,87	III	III			
13 ярус	14133,80	24326,76	38460,56	22	29	29	29	2,40	0,12	2,52	267,69	838,85	1106,54	III	III			
14 ярус	14852,68	27427,56	42280,24	22	29	29	29	2,55	0,13	2,68	264,75	945,78	1210,53	III	III			
15 ярус	15092,43	34341,87	49434,30	22	29	29	29	2,55	0,14	2,69	269,03	1184,20	1453,23	III	III			

Исходя из выше приведенных предпосылок, промоделированы все энергозатраты рабочих задействованных при возведении силоса диаметром 22,15м методом подращивания (табл. 1).

Обсуждение результатов. Как следует из данной таблицы, подтверждается гипотеза о возрастании тяжести труда рабочих монтажников в процессе подращивания силосного корпуса. Если тяжесть труда при монтаже верхних ярусов силоса относится к категории Ia (легкий труд по [3]) то далее монтаж силосов переходит к категории работ средней тяжести, а начиная с 6-го яруса до 15-го, работа переходит в категорию тяжелой физической.

После анализа результатов экспериментально-теоретических исследований **выведена** новая классификация работы монтажников при возведении металлических силосов на болтовых соединениях методом подращивания. **В дальнейшем,** после проверки полученных данных на других объектах с возможной корректировкой и самой методики исследований, полученные результаты можно использовать в двух направлениях:

- стоимость выполняемых работ следует корректировать по мере возрастания высоты смонтированной части силоса, так как тяжесть такой работы намного больше;

- технологию и организацию монтажа, прежде всего верхней части силоса при возведении необходимо совершенствовать, например, путем замены или изменения используемых грузоподъемных механизмов (с большей кратностью полиспаста или редуктора) или же увеличение их количества с соответствующим увеличением обслуживающего персонала.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. - СПб: Питер, 1997. - 240 с.
2. Руководство по проектированию высокопроизводительных трудовых процессов строительного производства. Вып.1 Основные положения /Всесоюз. науч. – исслед. и проектный институт труда в строительстве Госстроя СССР. – М.: Строиздат, 1978. – 32с.
3. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. - [Чинний від 1999-12-01]. – К. : МОЗ України, 1999. – № 42, - 10 с. – (Державні санітарні норми. Постанова).
4. Кислиця Л. В. Будівництво зернопереробних підприємств. Існуючі методи, доцільність і шляхи вдосконалення методу підросування сталевих силосів // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2009. - № 6-7. – С. 25-29.
5. Розвиток методики оцінки енергозатрат для удосконалення деяких прогресивних технологій будівельно-монтажних робіт / Шаленний В. Т., Біцова О. А., Кислиця Л. В. // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2010 – Т. 2, № 5(85). – С. 298-302
6. Леман Г. Практическая физиология труда.- М.: Медицина,1967.-336с