

EDN: VQYUTL

УДК 699.865

А. В. ИХНО, А. С. ВОЛКОВ, А. Б. КОСИК

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ УТЕПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Аннотация. В статье приведены результаты поиска рациональных организационно-технологических методов устройства утепления стен цилиндрических резервуаров для хранения жидкостей. На основании анализа нормативных требований по расчету и проектированию тепловой изоляции резервуаров, существующих инженерных методик определены основные факторы, влияющие на выбор теплоизоляционной конструкции. Разработана классификация факторов, оказывающих влияние на выбор теплоизоляционного материала. На основании проведенных исследований характеристик и номенклатуры современных теплоизоляционных материалов для изоляции резервуаров произведен сравнительный анализ стоимости материалов за 1 м² при одинаковых показателях теплосбережения. Произведена калькуляция затрат труда на процесс утепления по технологиям, получившим наибольшее распространение в практике утепления резервуаров, которая позволила количественно оценить показатели трудоемкости на 100 м² изолируемой поверхностью. Выявлены характерные различия в структуре процессов, которые в большей мере определяются требованиями к изолируемой поверхности, температуре проведения работ и устройством покровного слоя для теплоизоляции. Сравнительный анализ показателей трудоемкости комплексного процесса утепления резервуаров, проведенный для наиболее распространенных технологий, помог выявить наиболее эффективные методы. Получены технико-экономические показатели принятых организационно-технологических решений при утеплении цилиндрического резервуара $D = 24$ м, $H = 4,8$ м методом напыления пенополиуретаном с общей толщиной теплоизоляционного слоя 50 мм.

Ключевые слова: теплоизоляционная конструкция, покровный слой, цилиндрический резервуар, энергозатраты, трудоемкость, стоимость, технико-экономические показатели.

Несовершенство нормативной базы, недостатки проектирования, дефекты изготовления способствуют раннему повреждению конструкций железобетонных резервуаров для хранения воды. Наибольшее деструктивное действие на железобетонные конструкции отстойников и резервуаров для воды оказывает сквозная фильтрация воды в трещинах днища, стен и покрытия. Причиной образования трещин являются как температурные деформации отдельных железобетонных элементов, так и деформации всего сооружения, вызванные неравномерной осадкой грунта. В морозные зимы холод проникает сквозь стенки даже значительной толщины и угрожает замерзанием воды. Это может привести не только к непригодности водохранилища в технологических целях, но и к разрушению всей его конструкции.

На сегодняшний день актуальной становится задача продления срока эксплуатации железобетонных сооружений для хранения жидкостей, решением которой является правильная эксплуатация сооружений при постоянном поддержании оптимального температурного режима, при этом необходимым мероприятием является утепление стенок резервуаров [1]. В свою очередь, выбор компенсирующего мероприятия тепловых потерь через стенки резервуара, а именно конструкции изоляции, поиск ее оптимальных параметров с оценкой технологичности и стоимости является актуальным вопросом как для промышленных предприятий и строительных площадок, так и для объектов обеспечения жизнедеятельности населенных пунктов [6].

Целью исследования является разработка рациональных организационно-технологических решений процесса утепления железобетонных резервуаров на основании определения наиболее эффективной технологии производства работ.



Задачи по утеплению емкостей решаются различными способами и с применением различных материалов. В основном используют вещества, которые замедляют движение тепла через стенки. В зависимости от используемых материалов перечень этапов теплоизоляции может варьироваться. Но в любом случае используют ряд специальных материалов с низкой теплопроводностью. Для каждого типа резервуара существуют свои технологии утепления. Готовый слой теплоизоляции должен задерживать расчетное количество тепла, не допускать образования конденсата в зоне контакта со стенками, не разрушаться под действием атмосферных факторов, технических жидкостей, хранящихся в емкости, ультрафиолета, влаги. Перед выбором теплоизоляционного материала необходимо обязательно учитывать его технические характеристики. Энергоэффективность зданий и сооружений является важным параметром и регулируется нормативными документами: федеральным законом от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями); нормативно-правовыми актами (Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 «О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений»). Принципы измерения и верификации энергетической эффективности, методы оценки эффективности регламентирует ГОСТ Р 56743-2015 «Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов». Расчет и проектирование тепловой изоляции оборудования выполняется по инженерным методикам в соответствии с требованиями СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» [7]. Расчет толщины теплоизоляционного слоя в конструкциях тепловой изоляции оборудования производится в зависимости от её назначения. Для резервуаров, предназначенных для хранения жидкости и находящихся на открытом воздухе, производятся расчеты: по нормам плотности теплового потока; по заданной температуре на поверхности изоляции; толщины изоляции по заданной величине изменения температуры вещества в ёмкости. Распределение температур в цилиндрических многослойных изоляционных конструкциях рассчитывается с учетом линейной плотности теплового потока через цилиндрические поверхности (q_L). Технические требования к теплоизоляционным конструкциям для тепловой изоляции резервуаров, расположенных на открытом воздухе, устанавливаются ТУ 36-1180-85 «Индустриальные конструкции для промышленной тепловой изоляции трубопроводов, аппаратов и резервуаров».

Учитывая физические и химические характеристики жидкостей, для теплоизоляции резервуаров используется широкий ассортимент материалов природного и синтетического происхождения. В основном это: вспененный полиуретан (ППУ); полиизоцианурат (ПИР); вспененный каучук; пеностекло; минеральная вата; жидкое керамическое теплоизоляционное покрытие (ЖКТ). Вещества отличаются коэффициентом теплопроводности, прочностью, технологией монтажа и противопожарными свойствами. Виды теплоизоляционных материалов для таких видов сооружений, как резервуары для хранения жидкостей, делятся по температуре применения на теплоизоляционные материалы, применяемые для оборудования с положительными или отрицательными температурами поверхности. Выбор изоляции для утепления железобетонных резервуаров зависит от множества факторов, основными из которых является назначение теплоизоляционной конструкции: обеспечение экономической эффективности теплоизоляционной конструкции; предотвращение замерзания вещества [8]. При выборе метода учитываются специальные требования к теплоизоляционным конструкциям (при необходимости требования экологической или пожарной безопасности, допустимые нагрузки на тепловую изоляцию и т. п.).

На основании проведенного анализа факторов, влияющих на выбор рациональных организационно-технологических решений процесса утепления железобетонных резервуаров, была разработана структурно-логическая схема исследования, которая представлена на рисунке 1. Проведенный обзор теплоизоляционных материалов показал, что современные материалы, используемые в качестве технической изоляции промышленных объектов, имеют низкий коэффициент теплопроводности, высокий показатель водостойкости и характеризуются устойчивостью к механическим повреждениям. При этом современные материалы имеют небольшой вес и не утяжеляют конструкцию, устойчивы к колебаниям температур и применяются в широком температурном диапазоне (от -260° до 500° °С).

Номенклатура отечественных и зарубежных волокнистых теплоизоляционных материалов, предназначенных для тепловой изоляции оборудования, представлена традиционно применяемыми матами минераловатными прошивными безобкладочными или в обкладках из металлической сетки или

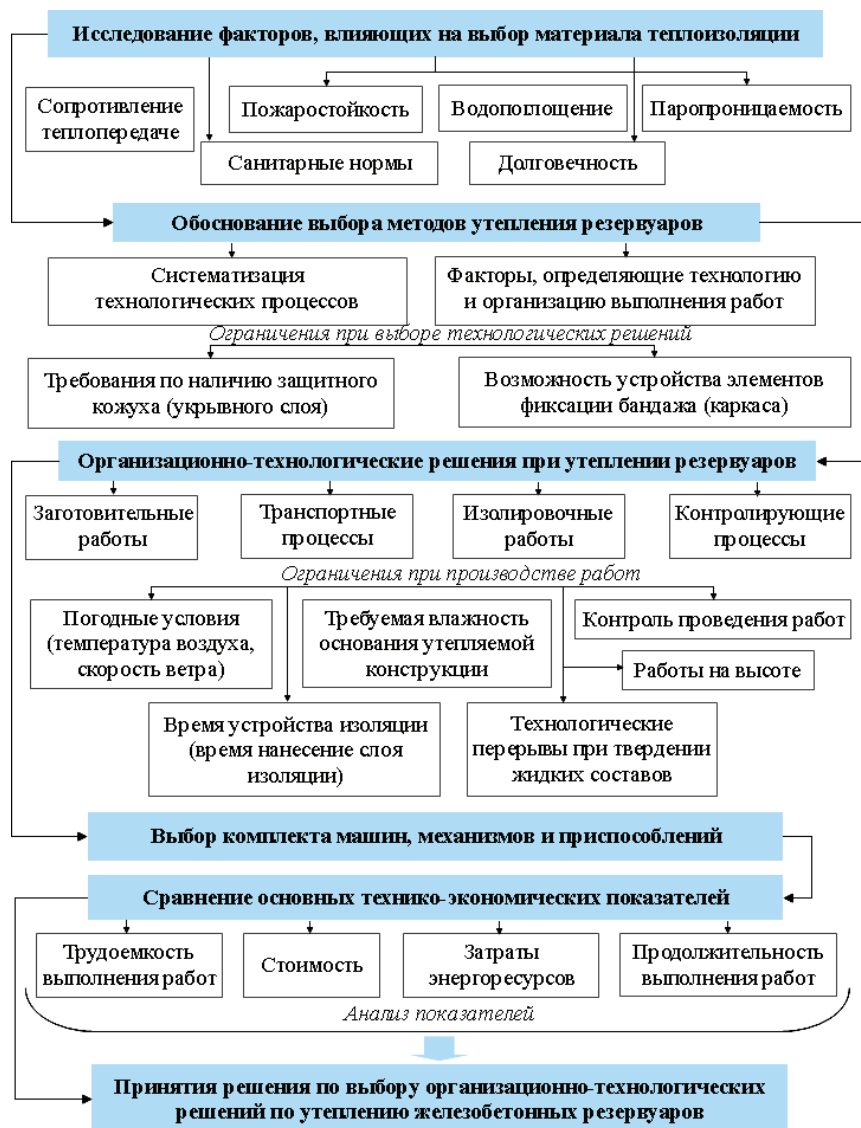


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема исследования по выбору рациональных организационно-технологических решений процесса утепления резервуаров.

стеклоткани с одной или двух сторон. Для тепловой изоляции и противопожарной защиты продукция Rockwool (Дания) представлена продуктами из каменной ваты (рулонированные маты WIRED MAT, LAMELLA MAT L, ROCKWOOL TEX MAT). Изоляция промышленного оборудования представлена продуктами минеральной изоляции URSA GEO или URSA TERRA 34 RN Технический мат. Применяемый материал безопасен для человека и окружающей среды и рекомендован для применения на предприятиях пищевой промышленности. Материалы линейки «Техническая изоляция» Knauf Инсулейшн представлены тремя марками: TS 037 A (TR 037 A) (базовый), TS 035 A; TS 034 A (TR 034 A). Благодаря технологии Aquastatik утеплитель защищен от воздействия воды. Для изоляции стен резервуаров применяются изделия PAROC Pro Slab 60, PAROC Pro Slab 40, для изоляции кровли резервуара – PAROC Pro Roof Slab 90. Из пенопластов применение в конструкциях тепловой изоляции оборудования находит применение заливочный и напыляемый пенополиуретан. К ведущим производителям пенополиуретана относятся следующие компании: Basf, ICYNENE, Dow-isolan, SYNTHESIA, TEPLOSАVE, «Химтраст», HUNTSMAN, DEMILEC, BAYER, TECNOPOL и др. Разработчиком и производителем наиболее распространенных марок является Изолан-345 (заливочный), Изолан-210 (штучные изделия – плиты, сегменты) и Изолан-105 (напыляемый) является НПП «Изолан» (г. Владимир). Эффективным материалом для изоляции оборудования и резервуаров

является пеностекло. Наиболее известными компаниями по производству пеностекла «Pittsburg Corning», «СТЭС-ВЛАДИМИР», «Izostek, завод ЭТИЗ. Это материал (плиты, сегменты) с закрытыми порами, негорючий, с температурой применения от -260 до 485°C и высокими прочностными свойствами. Среди материалов, предназначенных для технической изоляции, актуальной для многих отраслей является теплоизоляция из вспененного каучука. Наиболее широко распространены продукты из вспененного каучука материалы торговых марок Insul Tube, Eurobatex, K-flex, Armaflex, Kaiflex. Заслуживает внимания принципиально новый вид теплоизоляции – жидкая керамическая теплоизоляция, которая отличается от известных изоляторов теплом и видом, и принципом работы, и показателями эффективности. В этом материале соединены свойства отражения теплового потока, «остановки» его прохождения и некоторого «запирания» в массе самого изолятора.

Проведен сравнительный анализ стоимости материалов при одинаковых показателях теплосбережения за 1 м^2 . Сравнение стоимости проводилось для вариантов:

- Маты из каменной ваты Rockwool TEX MAT 5 000×1 000 с коэффициентом монтажного уплотнения – 1,2);
- Пеностекло FOAMGLAS (Плиты 1 200×600 мм);
- Вспененный каучук Рулон K-Flex (листы шириной 1 м);
- Пенополиуретан Химтраст СКН-40 Г1 (закрытоячеистый);
- Жидкая керамическая теплоизоляция Корунд ($1 \text{ мм } 1 \text{ л/м}^2$).

Наименьшая цена материала составляет 572 руб/м^2 (маты Rockwool TEX MAT) и максимальный порядок цен на изделия из вспененного каучука ($4 \text{ } 170 \text{ руб/м}^2$).

Классификация факторов, оказывающая влияние на выбор теплоизоляционного материала для утепления железобетонных резервуаров представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Основные факторы, влияющие на выбор теплоизоляционного материала с учетом его физико-технических характеристик.

Проведены исследования особенностей производства работ при утеплении стен резервуаров по наиболее распространенным технологиям. На сегодняшний день существует множество способов утепления. В состав конструкции теплоизоляции входит: теплоизоляционный слой – слой материала, применяемый для уменьшения тепловых потерь; покрывной слой – применяется в роли защитной оболочки, которая обеспечивает защиту теплоизоляции материала от воздействия окружающей

среды и механических повреждений; элементы крепления – элементы, с помощью которых осуществляется крепления теплоизоляции к изолируемой поверхности.

Существует несколько видов и методов технологии теплоизоляции резервуаров.

Блочная с защитным металлическим покрытием. Этот метод предполагает использование блоков из пенополиуретана или полиизоцианурата с финишным металлическим слоем. Они монтируются на стенки и крышку резервуара при помощи специальных крепежей или клея. Часто блоки для утепления изготавливаются на заказ и по форме повторяют конфигурацию емкости.

С минеральным утеплителем и металлическим слоем. В этом случае утепление выполняется матами из минеральной ваты, которые фиксируются на резервуаре и закрываются листами устойчивого к коррозии оцинкованного металла.

С использованием жидкого пенополиуретана. Такой вид теплоизоляции связан с нанесением под металлическое покрытие слоя жидкого пенополиуретана, который обеспечивает нужный температурный режим в емкости.

Напылением жесткого пенополиуретана. Утепление с помощью жесткого пенополиуретана выполняется при помощи специализированного пенонапылительного оборудования, позволяющего нанести изоляцию послойно. При этом толщина каждого слоя находится в пределах 8...20 мм и зависит от марки пенополиуретана и эксплуатационных требований.

Из синтетического вспененного каучука. Вспененный каучук – современный рулонный материал, который во время работ по утеплению приклеивается к стенкам и кровле резервуара. Предварительно эти поверхности обрабатываются грунтом, а после фиксации утеплителя стыки рулонов проклеиваются теплоизолирующей лентой для лучшей герметизации.

Материальные затраты, снижение трудовых затрат и повышение производительности работ – основные показатели для принятия окончательного решения при выборе методов утепления резервуаров. Обоснование выбора эффективных технологических решений возможно только после систематизации технологических процессов и факторов, определяющих технологию и организацию выполнения работ. Для проведения исследования было выбрано пять технологий, получивших в настоящее время наибольшее распространение в практике утепления резервуаров при наземном расположении: устройство утепления минеральным волокном; устройство утепления блоками (плитами) пеностекла; устройство утепления из вспененного каучука; устройство напыляемой теплоизоляции из пенополиуретана; устройство утепления жидким керамическим покрытием.

На основании выполненной калькуляции затрат труда проведено сравнение показателей трудоемкости (чел.-ч., маш.-ч.) комплексного процесса при утеплении стен резервуаров выполненное на 100 м² изолируемой поверхности с применением различных технологий (рис. 3). Выполненный сравнительный анализ трудоемкости комплексных процессов утепления резервуаров помог выявить наиболее эффективные методы, такие как, утепление жидкими керамическими покрытиями и устройство напыляемой теплоизоляции из пенополиуретана, трудозатраты по которым соответственно составили 5,365 и 5,536 чел.-ч. Данные альтернативные методы характеризуются механизированным способом нанесения изоляции в сравнении с традиционным методом использования минераловатных плит, наиболее трудоемким процессом (104 чел.-ч.) на 100 м² утепляемой конструкции.

Принятые организационно-технологические решения напрямую влияют на сроки выполнения работ по изоляции резервуаров. Исходя из принятых решений по технологии выполнения изоляционных работ, подбирается необходимый комплект машин и механизмов для этого процесса. Конечная стоимость и сроки строительства являются достаточными основаниями для выбора необходимого специального оборудования и технологического оснащения. Учитывая все факторы, которые влияют на выполнение изоляционных работ, принимается оптимальный вариант по применению того или иного материала, а также технологии производства работ.

Получены сравнительные показатели трудоемкости при выполнении комплексного процесса по утеплению стен железобетонного резервуара по различным технологиям. Доля затрат труда (чел.-ч) при устройстве теплоизоляционного слоя (ведущий процесс) в составе комплексного процесса приведена на рисунке 4.

На основе проведенных исследований разработаны технологические схемы на устройство теплоизоляции цилиндрического резервуара $D = 24$ м, $H = 4,8$ м методом напыления пенополиуретаном, с общей толщиной теплоизоляционного слоя 50 мм, состоящей из трех слоев – толщина первого слоя составляет 20 мм, последующих по 15 мм. Для достижения равномерной толщины общего слоя слои необходимо наносить крестообразно. Второй слой наносится с разворотом на 90°, третий слой снова поворачивается на 90° и т. д. При этом, необходимо систематически проверять толщину слоев путем прокола мерным шупом. Относительные неровности и утолщения не влияют на качество изоляции.

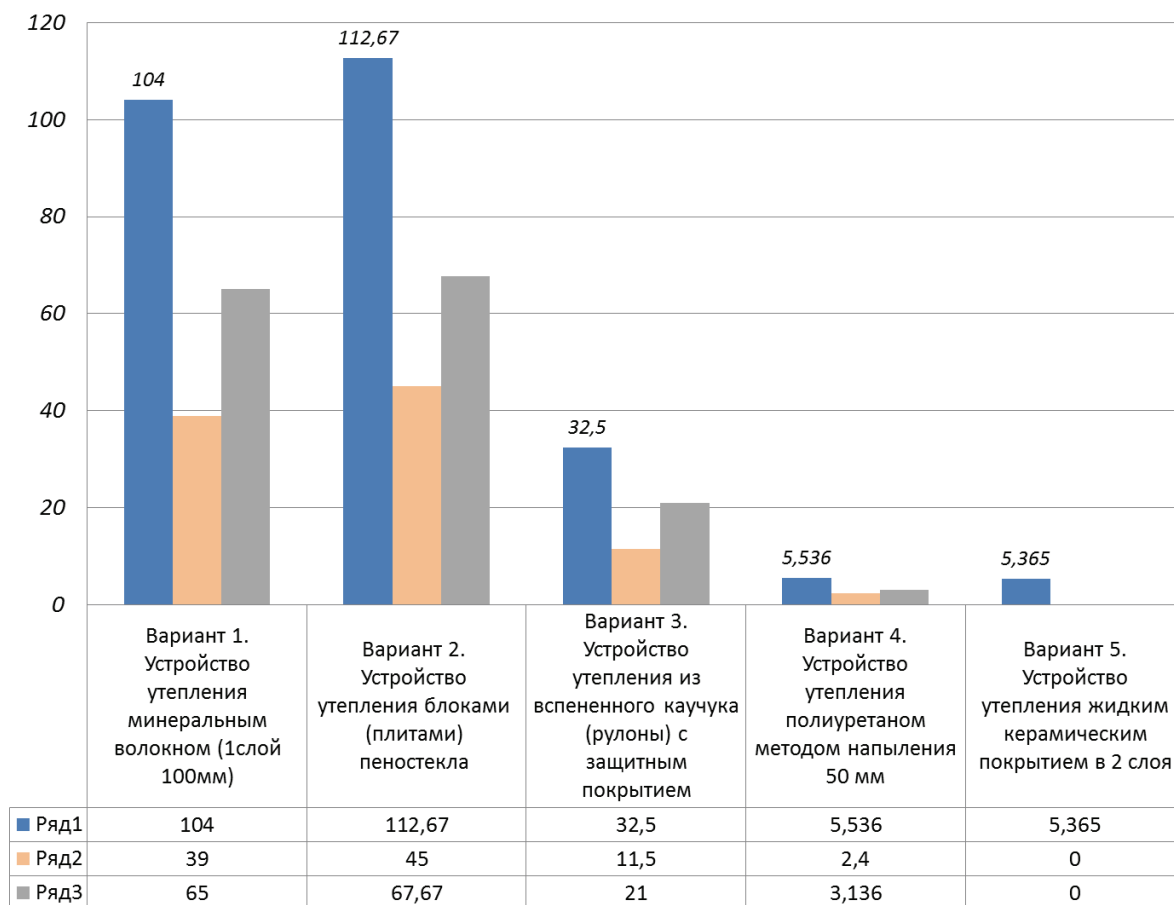


Рисунок 3 – Сравнительные показатели трудоемкости (чел.-ч.) по наиболее распространенным технологиям утепления резервуаров.

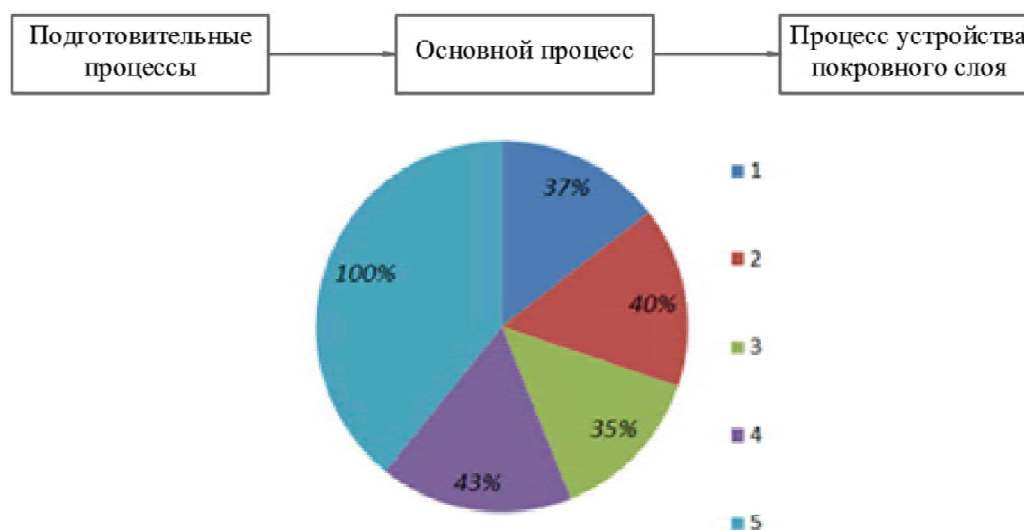


Рисунок 4 – Доля затрат труда (чел.-ч) при устройстве теплоизоляционного слоя в составе комплексного процесса для различных технологий: 1 – устройство утепления минеральным волокном; 2 – устройство утепления блоками (плитами) пеностекла; 3 – устройство утепления из вспененного каучука; 4 – устройство напыляемой теплоизоляции из пенополиуретана; 5 – устройство утепления жидким керамическим покрытием.

Режим труда в технологической карте принят из условия оптимального темпа выполнения трудовых процессов при рациональной организации рабочего места, четкого распределения обязанностей между рабочими бригады с учетом разделения труда, применения усовершенствованного инструмента и инвентаря. В состав работ, рассматриваемых настоящей технологической картой, входят: подготовительные работы, основные и вспомогательные работы, связанные с подготовкой поверхности, подготовкой компонентов, подготовкой оборудования, пробным напылением и непосредственно напылением основных слоев пенополиуретаном, а также заключительные работы. Нормами учтены затраты рабочего времени на подготовительно-заключительные работы (ПЗР), технологические перерывы, перерывы на отдых и личные надобности. Затраты труда при теплоизоляции резервуара с поверхностью 362 м² составили 23,11 чел.-ч, выработка составила 15,7 м²/чел.-ч. Нормами учтены, но не оговорены в составе работ мелкие вспомогательные операции, являющиеся неотъемлемой частью технологического процесса (рис. 5, 6).

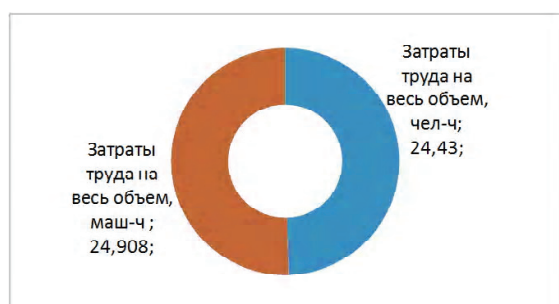


Рисунок 5 – Распределение затрат при выполнении общего комплекса работ по утеплению стен резервуара пенополиуретаном.

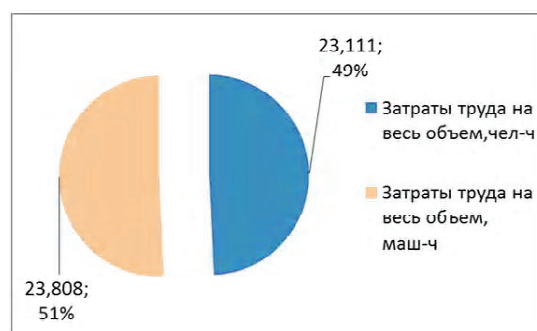


Рисунок 6 – Распределение затрат ручного и машинного труда при выполнении основных работ по утеплению стен пенополиуретаном.

На рисунке 7 представлена схема организации работ по напылению слоев пенополиуретана [9]. Нанесение слоев должно наноситься в пределах участка, ограниченного маяками из пенополиуретана с высотой, равной толщине напыляемого слоя – 50 мм (рис. 8). На рисунке 9 представлена технология послойного нанесения пенополиуретана.

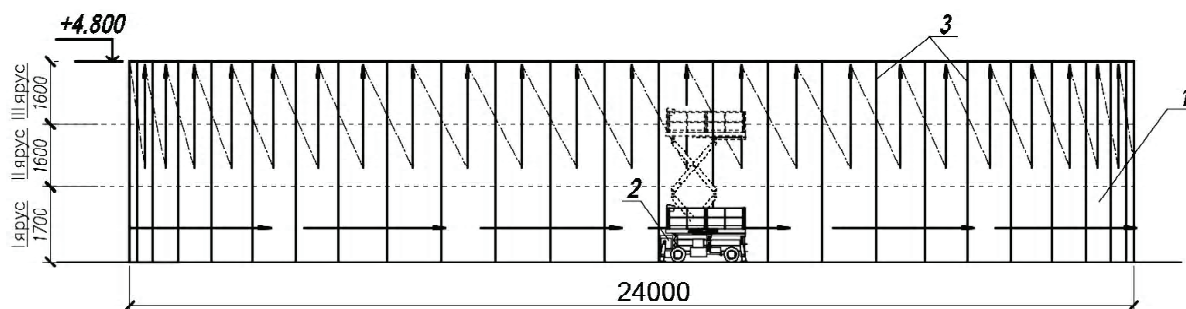


Рисунок 7 – Схема организации работ по устройству теплоизоляции методом напыления пенополиуретаном цилиндрического резервуара диаметром 24 м, высотой 4,8 м: 1 – изолируемая поверхность резервуара; 2 – ножничный подъемник Haulotte Compact 8; 3 – маяки из пенополиуретана (толщиной равной 30 мм и высотой – 50 мм).

При высоте резервуара до 5 метров производить работы целесообразно с использованием малогабаритных ножничных подъемников с системой управления нагрузкой на платформе. Работы по вертикали следует производить по ярусам, высота яруса зависит от технических характеристик оборудования для напыления пенополиуретана и от физических возможностей рабочих. Высота нижнего яруса принята 1,7 м, двух верхних – 1,6 м (рис. 8, 9).

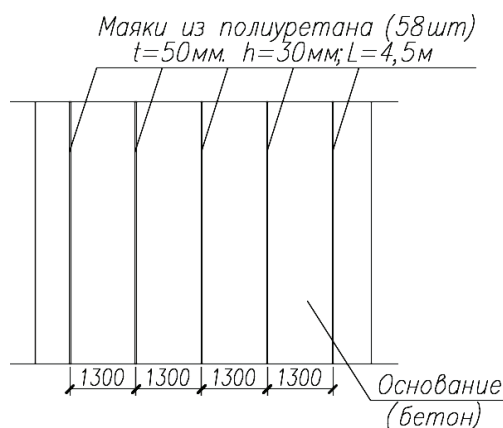


Рисунок 8 – Устройство маяков для контроля толщины напыления слоя пенополиуретана.

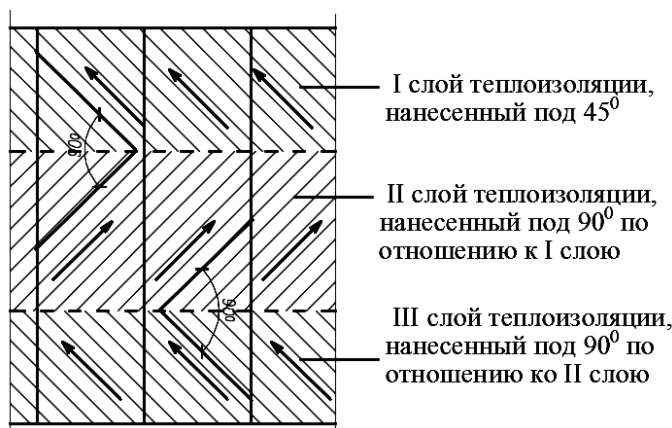


Рисунок 9 – Технология послойного нанесения пенополиуретана.

На основании калькуляция затрат труда и выбранных методов производства работ разработан график выполнения работ [5] комплексного процесса по утеплению стен резервуара (рис. 10). Технологический перерыв в течение 8-и часовой смены выполненной работы:

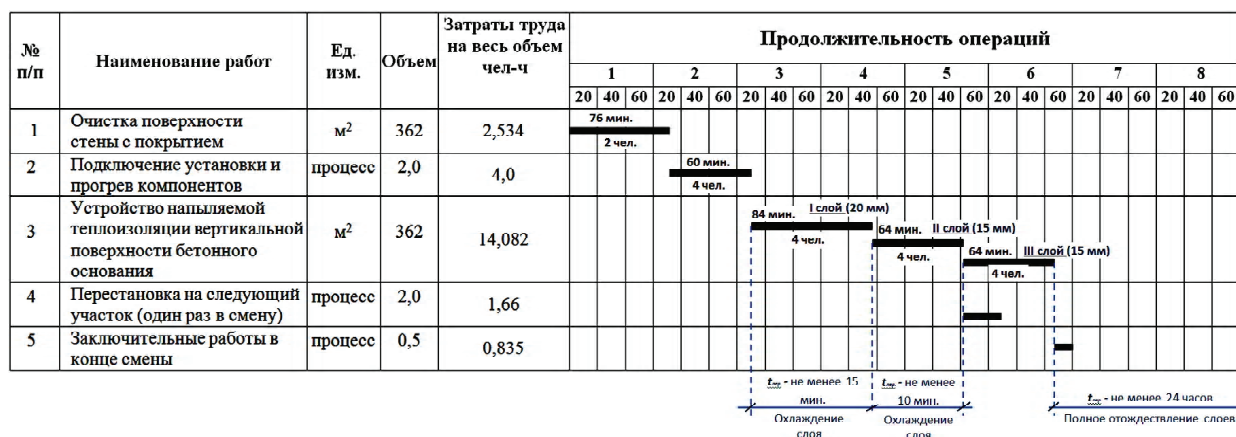


Рисунок 10 – График производства работ по напылению пенополиуретанового покрытия.

– 20,0 минут – при запуске установки (прогрев компонентов);

– 5,0 минут при перестановке и перезаправке (2 процесса);

Итого в течение смены технологический перерыв составит – 30 минут.

Общая продолжительность комплексного процесса по теплоизоляции 362 м² поверхности стен железобетонного резервуара, выполняемая бригадой из шести человек, составила 6 часов с учетом подготовки основания, подключением установки и прогревом компонентов с перестановкой на следующий участок.

ВЫВОДЫ

На основании проведенного анализа установлено, что структура технологических процессов зависит от применяемого изоляционного материала, метода его монтажа, требований к поверхности изолируемой конструкции, требований к температуре окружающего воздуха при проведении работ, наличия покровного слоя.

Выполненный сравнительный анализ трудоемкости комплексных процессов утепления резервуаров помог выявить наиболее эффективные методы, такие как, утепление жидкими керамическими покрытиями и устройство напыляемой теплоизоляции из пенополиуретана, трудозатраты по которым соответственно составили 5,365 и 5,536 чел.-ч. Данные альтернативные методы характеризуются

механизированным способом нанесения изоляции в сравнении с традиционным методом использования минераловатных плит, наиболее трудоемким процессом (104 чел.-ч.) на 100 м² утепляемой конструкции.

Устройство утепления поверхностей стен резервуара напыляемой теплоизоляцией из пенополиуретана является наиболее технологичным процессом. Покрытие имеет большую жесткость и прочность, при этом отсутствуют швы и стыки. Нанесение нескольких слоев создает герметичность и защиту емкости от воздействия негативных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пухонто, Л. М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений: (силосов, бункеров, резервуаров, водонапорных башен, подпорных стен) / Л. М. Пухонто. – Москва : Изд-во АСВ, 2004. – 424 с. – Текст : непосредственный.
2. Лысев, В. И. Направления повышения энергоэффективности зданий и сооружений / И. В. Лысев, А. С. Шилин. – Текст : непосредственный // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2017. – № 2/3. – С. 18–25.
3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 (ред. от 21.07.2020) // Собрание законодательства. – 2018. – № 20. – Ст. 2817. – 19 с. – Текст : непосредственный.
4. Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года : Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р. // Собрание законодательства. – 2020. – № 1523-р. – 93 с. – Текст : непосредственный.
5. СП 48.13330.2019. Организация строительства СНиП 12-01-2004 = Organization of construction : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2019 г. N 861/пр : дата введения 2020-06-25 / АО «НИЦ "Строительство"», ФГБОУ ВПО «НИУ МГСУ», ООО «НИИ ПТЭС», ООО НПЦ «Развитие города». – Москва : Стандартинформ, 2020. – 66 с. – Текст : непосредственный.
6. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон : принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года : одобрен Советом Федерации 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) // Собрание законодательства. – 2010. – № 1. – Ст. 5. – 30 с. – Текст : непосредственный.
7. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов = Designing of thermal insulation of equipment and pipe lines : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2011 г. № 608-ст : актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 : дата введения 2013-01-01 / исполнитель Московский государственный строительный университет (МГСУ) и группа специалистов. – Москва : Минрегион России, 2011. – 56 с. – Текст : непосредственный.
8. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов = Designing of thermal insulation of equipment and pipe lines : издание официальное : утверждён и введён в действие постановлением Госстроя России от 16 августа 2000 г. № 81-ст : дата введения 2000-08-16 : дата актуализации 2021-01-01. – Москва : ФГУП ЦПП, 2000. – 41 с. – ISBN-5-88111-071-4. – Текст : непосредственный.
9. СП 71.13330.2017. Изоляционные и отделочные покрытия : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом Министерства строительства жилищно-коммунального хозяйства РФ от 27 февраля 2017 г. № 128/пр-ст : актуализированная редакция СНиП 3.04.01-87 : дата введения 2017-08-28. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 85 с. – Текст : непосредственный.

Получена 16.11.2022

Принята 25.11.2022

Г. В. ІХНО, А. С. ВОЛКОВ, О. Б. КОСІК ВИБІР ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ УТЕПЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВОДИ ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті наведено результати досліджень організаційно-технологічних методів улаштування утеплення стін циліндричних резервуарів для зберігання води. На основі аналізу нормативних вимог щодо розрахунку та проектування теплової ізоляції резервуарів, існуючих інженерних методик визначено основні фактори, що впливають на вибір теплоізоляційної конструкції. Розроблено класифікацію факторів, що впливають на вибір теплоізоляційного матеріалу. На основі проведених досліджень характеристик та номенклатури сучасних теплоізоляційних матеріалів для ізоляції резервуарів проведено порівняльний аналіз вартості матеріалів за 1 м² за однакових показників теплозбереження. Зроблено калькуляцію витрат праці на процес утеплення за технологіями, що набули найбільшого поширення у практиці утеплення резервуарів, що дозволило кількісно оцінити показники трудомісткості на 100 м² площі, що ізолюється. Виявлено характерні відмінності у структурі процесів, які більшою мірою визначаються вимогами до поверхні, що ізолюється, температури проведення робіт

та улаштуванням покривного шару для теплоізоляції. Порівняльний аналіз показників трудомісткості комплексного процесу утеплення резервуарів, проведений для найбільш поширених технологій, допоміг виявити найбільш ефективні методи. Отримано техніко-економічні показники прийнятих організаційно-технологічних рішень при утепленні циліндричного резервуару $D = 24$ м, $H = 4,8$ м методом наплення пінополіуретаном із загальною товщиною теплоізоляційного шару 50 мм.

Ключові слова: теплоізоляційна конструкція, покривний шар, циліндричний резервуар, енерговитрати, трудомісткість, вартість, техніко-економічні показники.

ANNA IHNO, ANDREI VOLKOV, ALEKSEY KOSIK
SELECTION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR
THE INSULATION OF REINFORCED CONCRETE WATER STORAGE TANKS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article presents the results of research on organizational and technological methods for insulating the walls of cylindrical water storage tanks. Based on the analysis of regulatory requirements for the calculation and design of thermal insulation of tanks, existing engineering methods, the main factors influencing the choice of thermal insulation structure were determined. A classification of factors influencing the choice of heat-insulating material has been developed. Based on the studies of the characteristics and range of modern heat-insulating materials for tank insulation, a comparative analysis of the cost of materials per 1 m^2 was made with the same heat saving indicators. The calculation of labor costs for the process of thermal insulation using technologies that have become most widespread in the practice of thermal insulation of tanks has been carried out, which made it possible to quantify the labor intensity per 100 m^2 of insulated area. Characteristic differences in the structure of processes are revealed, which are largely determined by the requirements for the insulated surface, the temperature of the work, and the arrangement of the cover layer for thermal insulation. A comparative analysis of the labor intensity of the complex process of tank insulation, carried out for the most common technologies, helped to identify the most effective methods. The technical and economic indicators of the adopted organizational and technological solutions were obtained when insulating a cylindrical tank $D = 24$ m, $H = 4.8$ m by spraying with polyurethane foam, with a total thickness of the heat-insulating layer of 50 mm.

Key words: thermal insulation structure, cover layer, cylindrical tank, energy consumption, labor intensity, cost, technical and economic indicators.

Ихно Анна Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений

Волков Андрей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование прочностных и деформативных свойств конструкций из модифицированного высокопрочного бетона, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Косик Алексей Борисович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Ихно Ганна Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд

Волков Андрій Сергійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження міцнісних та деформативних властивостей конструкцій з модифікованих високоміцних бетонів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

Косік Олексій Борисович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Ihno Anna – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, installation, usage, technical diagnostics, an estimation of a technical condition, reconstruction and strengthening of building metal designs, technology and the organization of works at construction and reconstruction of buildings and structures.

Volkov Andrei – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interes: determination of strength and strain properties of modified high strength concrete structures, structural assessment and design of reinforced concrete constructions.

Kosik Aleksey – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design and organization of work during the reconstruction of civil buildings.