

На правах рукописи

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР
Белорусский
Ордена Трудового Красного Знамени политехнический
институт

БОНДАРЬ Виктор Александрович

ПОЛНОСБОРНЫЕ ХРАНИЛИЩА СЫПУЧИХ МИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ ДЛЯ КОЛХОЗОВ И СОВХОЗОВ

Специальность 05.23.10 - гражданские, промышленные
и сельскохозяйственные здания и сооружения

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск - 1973

Работа выполнена на кафедре архитектуры сельских зданий
и сооружений Подтавского инженерно-строительного института.

Научный руководитель - профессор, доктор технических
наук Д.Н.ТОПЧИЙ

Официальные оппоненты: профессор И.Д.БЕЛОГОРЦЕВ,
кандидат технических наук
В.Э.СОКОЛОВСКИЙ

Ведущее предприятие - Гипроинсельхоз Главсельстройпроекта
МСХ СССР.

Автореферат разослан "21" мая 1973 года.

Защита диссертации состоится "___" мая 1973 года
в _____ часов на заседании Объединенного Совета по присуждению
ученых степеней по строительным, гидротехническим, строительству
коммунальных сооружений и химико-технологическим специальностям
при Белорусском политехническом институте (г.Минск, Ленинский
проспект, 65).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке БПИ.

Ученый секретарь Совета
доцент, кандидат технических наук КАЧАН И.С.

В постановлениях съездов КПСС, Пленумов ЦК КПСС большое внимание уделяется дальнейшей интенсификации сельского хозяйства. Огромная роль в решении этой задачи отводится химизации и в первую очередь широкому применению минеральных удобрений.

Производство удобрений за пятилетку (1971-1975 г.г.) предусматривается довести до 90 млн. тонн, а их поставки сельскому хозяйству как минимум до 72 млн. тонн. Намечено развивать опережающими темпами производство высококачественных концентрированных и сложных минеральных удобрений с гарантийным сроком неслеживаемости, с тем чтобы к концу пятилетки довести удельный вес выпуска их в общем объеме производства до 80%. Одновременно запланировано осуществить постепенный переход на бестарную перевозку минеральных удобрений.

Наряду с этим в постановлениях партии и правительства указывается на необходимость улучшения организации хранения туков, расширенного строительства складов.

В настоящее время в колхозах и совхозах недостает около 12 млн. тонн складских емкостей. По этой причине тернется до 15% удобрений. Учитывая, что каждая тонна удобрений средней стоимостью 30 руб. может дать дополнительно до 3 т урожая зерна стоимостью 60 руб., общие убытки от потерь минеральных удобрений только за год составляют 675 млн. рублей.

Одной из главных причин недостатков в хранении удобрений является также несовершенство строящихся складов. Это вызывает необходимость коренного улучшения проектных решений этих сооружений, дальнейшей индустриализации их строительства и применения легких коррозиестойких материалов.

До настоящего времени не имеется объективного всестороннего анализа практики проектирования и строительства складов минеральных удобрений, а также исследований по выявлению и разработке эффективных хранилищ, отвечающих оптимальным условиям хранения удобрений.

Цель диссертации - разработать научно обоснованные рекомендации по проектированию полносортовых складов сыпучих минеральных удобрений из облегченных индустриальных конструкций для массового строительства в колхозах и совхозах.

Поставленная цель определила задачи диссертации:

- исследовать существующее состояние, систематизировать и научно обобщить отечественный и зарубежный опыт проектирования и строительства складов минеральных удобрений;
- провести натурные обследования складов минеральных удобрений для выявления состояния строительных конструкций;
- выявить и обосновать эффективность полносортовых складов минеральных удобрений из легких индустриальных конструкций;
- провести анализ их объемно-конструктивных решений;
- на основе теоретических исследований разработать объемно-конструктивные решения хранилищ индустриального изготовления;
- провести исследования в натуральных условиях их строительных и эксплуатационных качеств;
- разработать рекомендации по проектированию складов из облегченных индустриальных конструкций для массового строительства в колхозах и совхозах.

Работа основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований проведенных автором в 1968-1972 годах.

В работе использованы данные МСХ СССР, специализированных научно-исследовательских, проектных организаций, патентные ма-

териалы, отечественные и зарубежные литературные источники.

Текстовая часть диссертации состоит из введения, 4-х глав, заключения и библиографии.

В первой главе рассмотрено современное состояние и перспективы развития производства минеральных удобрений, проанализированы различные объемно-планировочные и конструктивные решения складов минеральных удобрений, выявлены перспективные типы хранилищ.

Поставки удобрений для нужд сельского хозяйства непрерывно возрастают. Увеличивается доля несслеживающихся и слабосслеживающихся удобрений. Это позволяет значительную часть их транспортировать навалом, полностью механизировать все технологические процессы и увеличить высоту насыпи при хранении.

В результате несоответствия между объемами поставок и объемами строительства складов в колхозах и совхозах большое количество минеральных удобрений в настоящее время не обеспечено оборудованными хранилищами, что приводит к большим их потерям.

Строящиеся по действующим типовым проектам склады не приспособлены для хранения выпускаемых в настоящее время промышленностью удобрений, требуют больших трудовых затрат и времени на их возведение. Широко применяемые напольные склады имеют высокую сметную стоимость (30-60 руб./т). Годовые эксплуатационные расходы составляют 10-20% от одновременных капитальных вложений.

Для строительства складов применяют, как правило, тяжелые железобетонные и др. конструкции; на 1 т разовой емкости в таких складах приходится примерно 1 т строительных конструкций. Кроме того, такие конструкции не обладают достаточной антикоррозийной устойчивостью к агрессивному воздействию минеральных удобрений.

Неудовлетворительно используется площадь и объем помещений складов. Это объясняется необходимостью устройства таких помещений

ходов и проходов между штабелями различных видов удобрений. Число относительно небольшой высоты их насыпи (2,1 - 2,3 м), которая предусмотрена в большинстве проектов.

Средства механизации погрузочно-разгрузочных и внутрискладских работ, предусматривающихся в типовых проектах складов минеральных удобрений, малопроизводительны, не приспособлены для работы в агрессивной среде, не обеспечивают эффективного использования полезной площади и объема зданий складов. Кроме того, они требуют применения значительного количества ручного труда.

Лучшие строительные и эксплуатационные качества по сравнению с наполными складами имеют силосно-бункерные склады: у них наиболее полно используется строительный объем и полезная площадь, обеспечивается более высокий уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ с удобрениями, сокращаются до минимума потери их и создаются наиболее благоприятные условия работы обслуживающего персонала. Однако, для возведения силосно-бункерных складов применяют тяжелые железобетонные и другие некоррозийстойкие конструкции, которые энергоемки в изготовлении, дороги при перевозке и трудоемки в монтаже. В связи с этим, несмотря на ряд преимуществ по сравнению с наполными, такие склады не могут быть рекомендованы для строительства в колхозах и совхозах.

В разрабатываемых экспериментальных проектах совершенствуются объемно-планировочные и конструктивные решения складов наполного типа с одновременным улучшением технологии погрузочно-разгрузочных работ и создаются новые складские здания и сооружения, принципиально отличающиеся от складов, построенных по действующим типовым проектам. Намечается тенденция отхода от таких материалов, как бетон, железобетон и кирпич. В новых решениях предлагаются и новые строительные материалы - клееный древесина, металл

с надежной антикоррозийной защитой, различные конструкционные пластмассы, пластбетон и т.п. — позволяющие получить облегченные, долговечные несущие и ограждающие конструкции склада.

В зарубежных странах (США, Англия, Канада и др.) наблюдается резкое увеличение производства минеральных удобрений и развития строительства складов для их хранения. Широко применяются как неполные, так и силосно-бункерные склады. В последние годы, с ростом поставок сыпучих удобрений, поднимается значимость силосно-бункерных складов с разделным хранением различных видов удобрений в емкостях.

Большое распространение за рубежом получило сборное и полносборное строительство складских зданий, для которого специализированные фирмы поставляют на строительные площадки полный комплект элементов конструкций зданий, а также инженерное и технологическое оборудование, что способствует значительному сокращению продолжительности строительно-монтажных работ и улучшению качества строительства.

Конструктивными решениями зданий складов минеральных удобрений предусмотрена максимальная индустриализация изготовления их элементов. Одновременно наблюдается стремление конструкторов к уменьшению веса отдельных строительных элементов.

Основными материалами для изготовления конструкций складов удобрений служат простая и клееная древесина, листовая (гладкая и гофрированная) сталь. Применяют листовую алюминий и конструкционные долговечные пластмассы. Реже — бетон, железобетон, асбестоцементные листы.

Исследованием и технико-экономическими расчетами обоснована эффективность строительства в колхозах и совхозах полносборных хранилищ минеральных удобрений силосно-бункерного типа.

В работе дается сопоставление полносборных легких складов силосно-бункерного типа с обычными напольными складами. По трудоемкости строительства, по использованию полезной емкости и площади застройки полносборные хранилища силосно-бункерного типа значительно эффективнее напольных складов. По возможностям механизации погрузочно-разгрузочных работ, качеству сохранности удобрений, эксплуатации и обслуживанию силосно-бункерные хранилища также не уступают напольным складам.

В качестве решающего показателя экономической эффективности легких полносборных складов минеральных удобрений, отличающихся более коротким сроком строительства, принято сравнение их с обычными типовыми напольными складами по приведенным затратам, в которых учитывается эффект от разницы в сокращении потерь минеральных удобрений в результате строительства и эксплуатации тех и других складов.

$$П_1 = C_1 + EK_1$$

$$П_2 = C_2 + EK_2 - Э ,$$

- где: $П_1$ - годовые удельные приведенные затраты для обычных напольных складов, руб/т;
 $П_2$ - тоже, для легких полносборных складов, руб/т;
 C_1 - годовые эксплуатационные расходы по содержанию 1 т емкости в обычных напольных складах, руб/т;
 C_2 - тоже, в легких полносборных, руб/т;
 K_1 - стоимость 1 т емкости в обычных напольных складах, руб/т;
 K_2 - тоже, в легких полносборных, руб/т;
 E - нормативный коэффициент эффективности (принимается $E=0,12$);

\mathcal{E} - годовой экономический эффект от разницы в сокращении потерь удобрений в результате дефицита емкости для их хранения при строительстве обычных и легких полносборных складов, руб/т.

$$\mathcal{E} = \frac{Q}{Q} \left(1 - \frac{t_2}{t_1} \right) \cdot f,$$

где: α - величина потерь удобрений в результате дефицита емкости для их хранения;

Q - дефицит емкости для хранения удобрений;

t_1, t_2 - продолжительности возведения хранилищ соответственно, обычных напольных и легких полносборных, год;

f - средняя стоимость 1 т удобрений, руб.

Изменение годового эффекта от разницы в сокращении потерь в результате дефицита емкости при уменьшении против нормативной (0,25 года) продолжительности строительства хранилищ удобрений на 400 т приведены на графике (рис. 1).

Установлено, что снижение потерь удобрений в результате дефицита емкости находится в обратной зависимости от продолжительности возведения хранилищ. Исследования показали, что значительное снижение потерь удобрений будет иметь место при продолжительности монтажа складов 0,1 года (при емкости отдельного склада 400 т).

В работе получены и обоснованы рациональные удельные капитальные вложения на строительство легких полносборных хранилищ, при которых амортизационные отчисления компенсируются прибылью от их эксплуатации. Анализ показывает, что даже увеличение удельных капитальных вложений для складов с небольшой продолжительностью возведения против удельных капитальных вложений, требующихся на строительство типовых напольных складов, не уменьшает их эффективности.

**Изменение годового эффекта в результате сокращения
 потерь удобрений от дефицита емкости при умень-
 шении против нормативной продолжительности строи-
 тельства складов для их хранения (при поставках удобре-
 ний в 5-3 млн. тн. в год, начальном дефиците емкости
 $Q = 10$ млн. тн., начальных потерях удобрений $\alpha = 0,15$ в % емкости
 строящегося склада $V = 400$ тн.)**

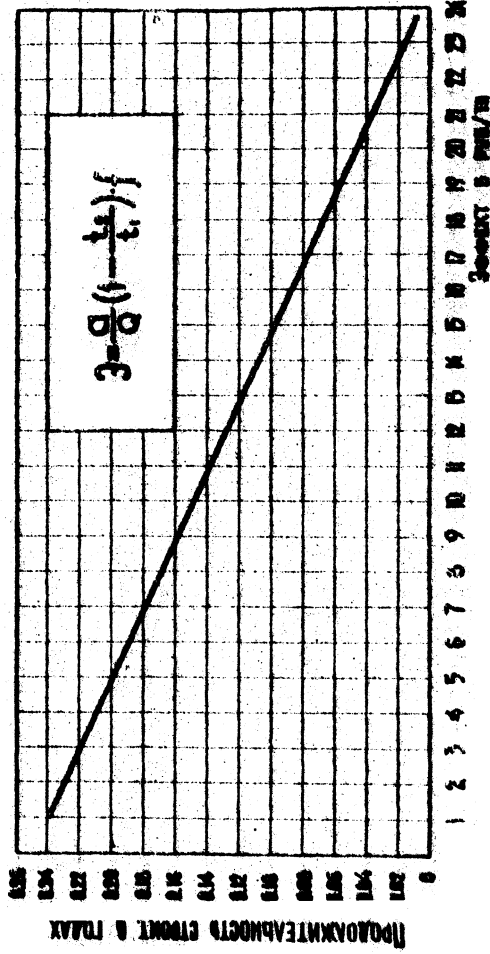


Рис. I

СРОКИ ОКУПАЕМОСТИ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ ПРИ СОКРАЩЕНИИ ПРОТИВ НОРМАТИВНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СКЛАДОВ УДОБРЕНИЙ

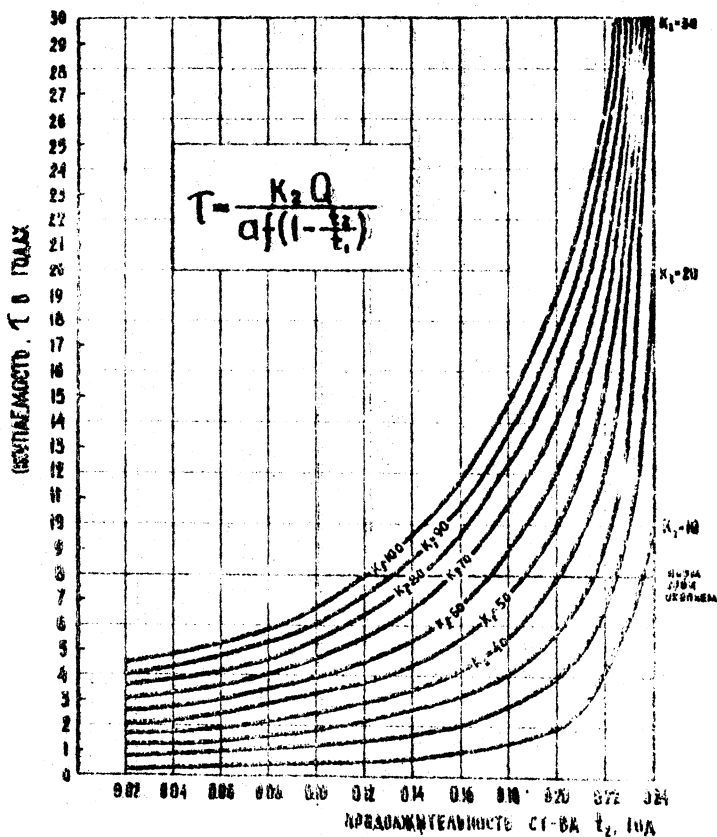


Рис. 2

Приведенные затраты для легких полносборных хранилищ, полученные по приведенным выше формулам, также снижаются с уменьшением сроков их возведения.

Получена формула для определения сроков окупаемости хранилищ с продолжительностью возведения меньшей нормативной (0,25 года). Установлено, что срок окупаемости быстромонтируемых полносборных хранилищ уменьшается (рис. 2).

Значительное увеличение выпуска сыпучих минеральных удобрений в нашей стране улучшенного качества, переход на бестарное транспортирование и хранение, современный уровень развития отечественной строительной индустрии создают благоприятные условия для строительства наряду с обычными напольными складами легких полносборных хранилищ удобрений силосно-бункерного типа, что может дать существенный экономический эффект за счет сокращения сроков их возведения и лучшего использования полезного объема.

С этой целью рекомендуется организовать строительные фирмы и предприятия-комбинаты, обеспечивающие комплектное изготовление унифицированных конструкций и изделий для индустриального строительства хранилищ минеральных удобрений, что даст возможность быстро нарастить недостающие емкости в хозяйствах и уменьшить потери удобрений.

Вторая глава посвящена анализу объемно-конструктивных решений отдельных полносборных емкостей.

Исследования показали, что в строительной практике разработано много различных объемно-конструктивных решений полносборных облегченных силосов и бункеров, для изготовления которых применяют различные материалы (сталь, дерево, алюминиевые сплавы, пластмассы и др.). Они также отличаются большим разнообразием строительных параметров. Диаметр цилиндрических силосов и бунке-

ров при емкости от 50 до 400 т колеблется от 3 до 9 м, а высота - от 3 до 20 м.

В главе приведены конструктивные характеристики наиболее широко применяемых силосов и бункеров. Преимуществами мелких стальных габаритных силосов и бункеров листовой конструкции являются: высокий уровень сборности, относительная легкость загрузки и выгрузки в процессе эксплуатации. Но такие емкости характеризуются высокой удельной стоимостью. Большой их вес требует применения тяжелых кранов при монтаже. Грузоподъемность железнодорожного транспорта при перевозках габаритных емкостей используется не полностью.

Стальные емкости, большей вместимости, поставляемые в отдельных заготовках, являются более экономичными. Основным недостатком их конструкции является низкая заводская готовность. Сварка корпусов и нанесение антикоррозионного покрытия осуществляется на строительной площадке. Качество работ при этом снижается.

В области индустриализации строительства стальных емкостей листовой конструкции за последние годы достигнуты значительные успехи. Разработан и внедрен способ строительства емкостей из рулонированных заготовок, изготавливаемых на заводе. При этом сборка механизмуется, ручная сварка заменяется автоматической, а производство организуется по циклической схеме, что в несколько раз уменьшает трудоемкость и продолжительность изготовления и повышает их качество. Однако, монтаж таких емкостей требует специальных приспособлений для разворачивания рулонов, кранов большой грузоподъемности. Возведение емкостей осуществляется специалистами высокой квалификации.

Более выгодно для применений в качестве хранилищ силосы и бункера, собираемые из отдельных стандартных стальных листов на

простых соединениях (болты, хомуты и т.п.). Конструктивное решение таких емкостей позволяет получить элементы полной заводской готовности, осуществить централизованное их изготовление и доставку любым видом транспорта. Монтаж их не требует квалифицированной рабочей силы и тяжелого кранового оборудования, а долговечное противокоррозийное покрытие может быть нанесено в заводских условиях.

Однако, применение стальных емкостей в массовом строительстве пока еще ограничено из-за дефицитности и высокой стоимости надежных защитных покрытий.

Выявлено, что наиболее высокие строительные, эксплуатационные и экономические качества имеют полносборные силосы и бункеры щитовой конструкции из дерева. Они монтируются, как правило, из небольшого числа типоразмеров легких, транспортабельных сборных элементов, которые могут быть изготовлены заводским способом на поточных механизированных и автоматизированных линиях. материал коррозиестоек в агрессивной среде минеральных удобрений, обладает достаточно высокими физико-механическими свойствами (особенно клееные конструкции) и доступный для широкого использования.

Расчеты показывают, что деревянные силосы щитовой конструкции имеют более низкие приведенные затраты, чем стальные такой же емкости: на 20% при емкостях 600-700 м³ и на 30% при емкостях 60-100 м³.

Это позволяет рекомендовать древесину как один из основных материалов при конструировании емкостей для хранилищ минеральных удобрений.

Легкость, высокой коррозионной устойчивостью отличаются силосы и бункеры из листового алюминия и алюминиевых сплавов. В результате трудоемкость монтажа их снижается, затраты по уходу за

конструкциями сводятся к минимуму, обеспечивается необходимая долговечность конструкций и хороший внешний вид.

С увеличением выпуска и снижением цен на эти материалы значительно расширятся возможности использования их в конструкциях полносборных хранилищ минеральных удобрений.

Высокие технические данные имеют силосы и бункеры из пластмасс. Конструкции их отличаются высокой прочностью, легкостью, антикоррозионной устойчивостью. Емкости листовой конструкции из пластмасс нетрудоемки в монтаже и не требуют больших эксплуатационных затрат. Высокую степень заводской готовности имеют цельноизготавливаемые емкости из пластмасс. Препятствием в расширенном применении пластмасс в полносборных емкостях является пока еще их дефицитность и высокая стоимость. Более рационально пластмассы могут быть использованы в комбинации с другими доступными традиционными материалами.

В третьей главе рассматриваются вопросы, связанные с разработкой объемно-конструктивных решений полносборных емкостей из дерева, а также приведены результаты натурных испытаний отдельных конструктивных элементов и опытной емкости.

С целью упрощения монтажа, повышения жесткости автором разработана конструкция деревянной вертикальной емкости, корпус которой после сборки представляет собой многогранную циклически симметричную замкнутую оболочку, подкрепленную ортогональной сеткой кольцевых и вертикальных ребер (рис. 3). Разрезка оболочки на сборные элементы предложена в двух вариантах: продольно-поперечная и продольная.

Основные монтажные соединения решены на растинутых оцинкованных металлических схватках. Схватки выполнены в виде замкнутых прямоугольников из круглой оцинкованной стали. Для получения са-

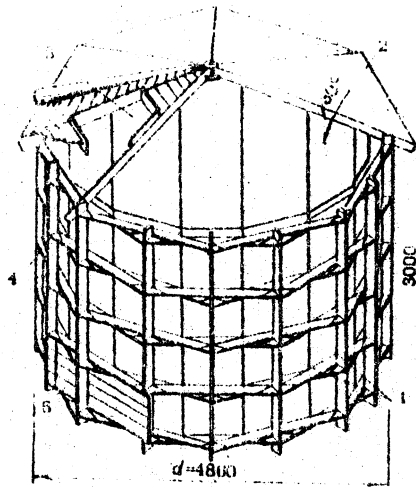


Рис.3. Стелс вместимостью 60 л (общий вид).
 1 – лоток емкости, 2 – треугольные щиты крышки,
 3 – нагруженное отверстие, 4 – подкрепление
 для ребра стенки, 5 – наружная обшивка.

моуплотняющегося соединения они выгнуты по середине, а вертикальные ребра изготовлены клиновидными в сечении.

Соединение работает следующим образом. По мере роста растягивающих усилий в схватках, создается вдавливающее усилие на тыльную сторону клиновидного вертикального ребра и кольцевые ребра плотно прижимаются к вертикальным ребрам. в результате этого достигается достаточная плотность и жесткость соединения.

Крыша емкости представляет собой обычный сборный матер пирамидальной формы.

Емкость может иметь специальное ^{дныце} или решаться без дныца. В первом случае дныце выполняется в виде сборного конуса, сборного обратного конуса или наклонной плоскости. Во втором случае емкость устанавливается прямо на подготовленную площадку.

Для обеспечения полной водонепроницаемости и герметичности внутренняя поверхность оболочки емкости покрывается полиэтиленовой пленкой.

Фундаменты под емкость могут решаться различно в зависимости от качества основания, размеров емкости и др. Крепление емкости к фундаментам осуществляется анкерами.

Загрузка емкости осуществляется через люк в крыше. Выгрузка - через выгрузочные окна в нижней части боковой стѐнки или самотечком через специальные дныща.

Предложенная полносборная емкость характеризуется следующими преимуществами:

- 1) полной однотипностью и взаимозаменяемостью всех основных элементов;
- 2) простотой конструкции элементов и узлов, делающей доступной организацию изготовления и выпуска емкостей на любом деревообрабатывающем заводе;

- 3) простотой монтажа и демонтажа на строительной площадке;
- 4) возможностью варьировать (сокращать и увеличивать) размеры и вместимость силоса;
- 5) небольшим расходом строительных материалов и сравнительно небольшой стоимостью.

Аналитическими исследованиями установлена взаимосвязь между габаритами емкости и размерами сборных элементов. Полученные зависимости позволяют вычислить для заданных размеров емкости (или ее вместимости) оптимальные размеры сборных элементов, раскроить материал с минимальными отходами.

В качестве критерия оценки конструктивных решений различных щитов сборной оболочки емкости принят коэффициент площади, показывающий отношение площади поперечного сечения щита к его моменту сопротивления. В результате проведенных аналитических исследований получены формулы коэффициента площади и построены графики их изменения для различных конфигураций сечений щитов. Пользуясь графиками возможно законструировать щиты оболочки, для изготовления которых расход материалов будет минимальным.

В главе приведены полученные расчетные формулы и номограммы, позволяющие проектировщикам подобрать геометрические параметры элементов узлового сопряжения на схватке.

Испытание узловых сопряжений на схватке под нагрузкой позволили установить характер смещений и деформаций в их элементах, получить экспериментально некоторые необходимые для расчета характеристики.

Опытное изготовление силоса на 60 т на обычном ДОКе, монтаж его показали, что стоимость 1 т емкости силоса (8,75 руб.) значительно ниже, чем в обычных складах, а удельные трудозатраты на

изготовление составляют всего лишь 0,01 чел.-дней/т, удельный расход основных строительных материалов (древесины) составил 0,05 м³/т. Небольшой вес сборных элементов позволял вести монтаж емкости вручную силой двух рабочих. Затраты труда на монтаж составили всего 0,06 ч.-дн./т.

Геометрические параметры смонтированного силоса мало отличались от проектных. Это позволяет утверждать о достаточной точности полученных формул по определению размеров сборных элементов и широкой их взаимозаменяемости.

Пробные испытания емкости под нагрузкой (гранулированный сульфат $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$) показали достаточную прочность и жесткость конструкции в целом и отдельных сборных элементов. Предложенная технология загрузки-выгрузки дает возможность максимально механизировать технологические операции при сравнительно малых затратах электроэнергии и ручного труда.

В четвертой главе помещены предложения по проектированию складов минеральных удобрений из отдельных емкостей.

Форма поперечного сечения оказывает решающее значение на работу сооружения. Установлено, что наиболее рациональным поперечным сечением вертикальной емкости является окружность. В этом случае напряжения распределяются равномерно и отсутствуют изгибающие моменты - сечение работает на чистое растяжение, что приводит к наименьшему расходу строительных материалов.

Исследованием на экстремум функций площадей поверхностей получены формулы для определения оптимальных габаритных размеров вертикальных цилиндрических силосов и бункеров.

Расчетные формулы приведены ниже.

Оптимальные радиусы вертикального цилиндрического силоса без специального днища, бункера с коническим днищем, бункера с обрат-

ным коническим дном и бункера с наклонным плоским дном определяются из уравнений, соответственно:

$$\pi R^3 = V \cos \omega,$$

$$\pi R^3 (\cos \omega + \cos \alpha - \frac{2}{3} \sin \alpha \cos \omega) = V \cos \alpha \cdot \cos \omega,$$

$$\pi R^3 (\cos \omega + \cos \alpha + \frac{2}{3} \sin \alpha \cos \omega) = V \cos \alpha \cdot \cos \omega,$$

$$\pi R^3 (\cos \omega + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} + 1) = V \cos \omega,$$

где: R - радиус емкости, м;

ω - уклон крыши, град.;

α - уклон дна, град.;

V - полезная емкость, м³.

Оптимальные высоты цилиндрической части силоса без специального дна, бункера с коническим дном, бункера с обратным коническим дном, бункера с наклонным дном определяются из уравнений, соответственно:

$$h_{\text{опт.}} = \frac{V}{\pi R_{\text{опт.}}^2} ; \quad h_{\text{опт.}} = \frac{V}{\pi R_{\text{опт.}}^2} - \frac{1}{3} R_{\text{опт.}} \operatorname{tg} \alpha ;$$

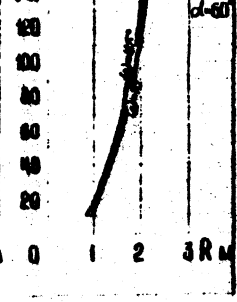
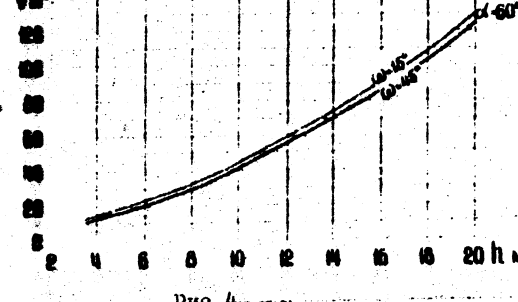
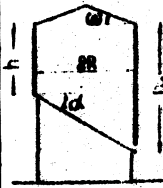
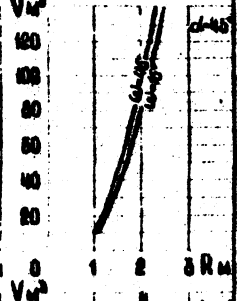
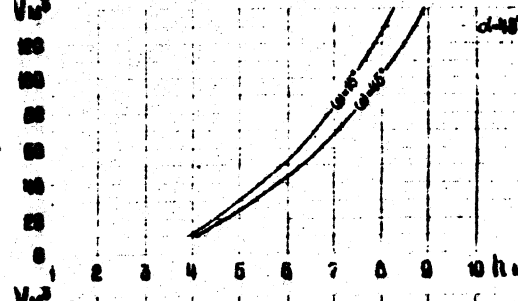
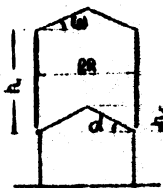
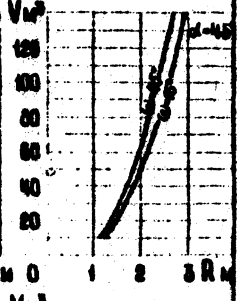
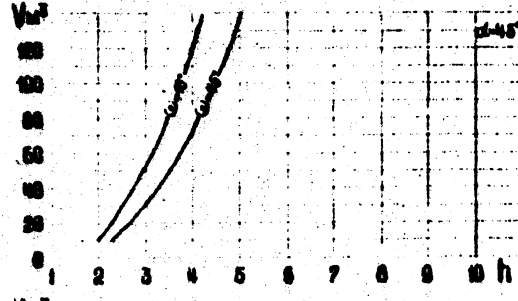
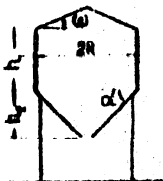
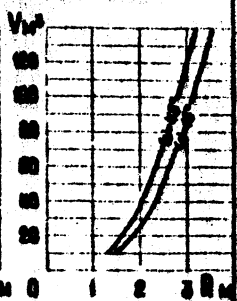
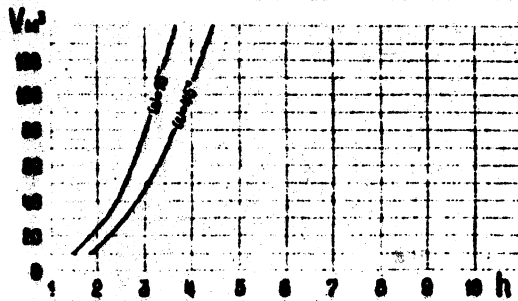
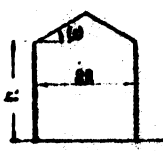
$$h_{\text{опт.}} = \frac{V}{\pi R_{\text{опт.}}^2} + \frac{1}{3} R_{\text{опт.}} \operatorname{tg} \alpha ; \quad h_{\text{опт.}} = \frac{V}{\pi R_{\text{опт.}}^2} .$$

На рис. 4 приведены графики изменений оптимальных радиусов и высот емкостей в зависимости от V , α , ω .

В работе рассмотрено влияние изменений геометрических размеров отдельных емкостей при различной вместимости на удельную площадь ограждающих конструкций.

Исходя из необходимости одновременного хранения 5-8 видов различных минеральных удобрений, разработана следующая номенкла-

ГРАФИКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ СИЛОСОВ И БУНКЕРОВ



тура ёмкостей отдельных силосов или бункеров для компоновки складов удобрений по действующим нормам: 30, 60, 120, 180, 240 и 300 т. За основной модуль ёмкости (60 т) принята грузоподъёмность железнодорожного вагона, в которых поставляют удобрения из химкомбинатов.

Анализ вариантов предложенной ёмкости показал, что лучшие технико-экономические показатели имеют силосы и бункеры с продольной разрезкой оболочки.

При сравнении ориентировочных технико-экономических показателей склада на 400 т из полносборных деревянных ёмкостей установлено, что рекомендуемый склад экономичней типового такой же вместимости (проект Росгипросельхозстроя К705-1-6). Так, общая сметная стоимость строительства и стоимость 1 т ёмкости предлагаемого склада ниже в 2-3 раза; трудоёмкость строительства сокращена в 4-10 раз; вес надземной части сооружения меньше в 40 раз; количество типоразмеров сборных элементов снижено с 14 до 4.

Общие выводы и рекомендации

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований, технико-экономических расчетов и конструкторских работ в диссертации:

1. Выявлены рациональные типы хранилищ. Сыпучие удобрения наиболее целесообразно хранить в складах из отдельных силосов или бункеров, в которых обеспечивается экономический эффект за счет сокращения удельной стоимости и трудоёмкости строительства, снижения эксплуатационных затрат;

2. Установлено, что лучшие технико-экономические показатели

имеют склады, komponуемые из отдельных полносборных деревянных силосов, бункеров щитовой или каркасно-щитовой конструкции. В них обеспечиваются минимальные приведенные затраты, а материал конструкций коррозиестоек в агрессивной среде минеральных удобрений. Наряду с древесиной для изготовления полносборных силосов или бункеров возможно применение заливной стали, алюминиевых сплавов и пластмасс;

3. Разработано принципиально новое техническое решение полносборной деревянной ёмкости хранилища каркасно-щитовой конструкции. Предложенная ёмкость отличается высокой степенью заводской готовности и простотой монтажа;

4. Установлены рациональные вместимости отдельных силосов и бункеров. Разработаны графики и номограммы, позволяющие проектной организации определить оптимальные габаритные размеры силосов и бункеров, а также размеры сборных элементов;

5. Для массового изготовления комплектов унифицированных конструкций силосов и бункеров рекомендуется организовать специализированные поточные линии на деревообрабатывающих комбинатах по разработанной автором технологии;

6. Разработаны рекомендации по проектированию складов минеральных удобрений, komponуемых из отдельных полносборных силосов или бункеров предложенной автором конструкции.

х х

х

Автором на конструкцию оболочки деревянной ёмкости получено вторское свидетельство №324372 Ю4 5/08.

На базе настоящего исследования совместно с Гипронисельхозом было разработано проектное предложение полносборного деревянного склада минеральных удобрений для колхозов и совхозов ёмкостью 400т, состоящего из отдельных силосов по 60 т каждый. Институту Гипро-сельхозпром (г. Владимир) выдано утвержденное МСХ СССР задание на разработку экспериментального проекта полносборного склада на 400т из силосов предложенной конструкции.

Основные положения диссертации изложены автором в следующих печатных работах:

1. Полносборный деревянный склад минеральных удобрений закрытого типа. Проектирование сельскохозяйственных предприятий и производственных комплексов. Реферативный сборник ОНТИ Гипронисельхоза, №9, М., 1971 (совместно с Костанди Ф.Ф.).
2. Повнозбірний склад мінеральних добрив, "Сільське будівництво", №10, 1971.
3. Инвентарные хранилища минеральных удобрений для колхозов и совхозов, Передовой опыт в сельском строительстве, Информационный сборник ЦНИИЭПсельстроя, № 6, М., 1972, (совместно с Д.Н. Топчием).
4. Цилиндрическая оболочка. Авторское свидетельство №324372.
5. Облегченные деревянные инвентарные хранилища минеральных удобрений для колхозов и совхозов. Межвузовский семинар преподавателей дисциплин экономики и организации сельскохозяйственного строительства (тезисы докладов и сообщений), Из-во ОНТИ ЦНИИЭПсельстроя, г.Апрелевка, 1972, (Совместно с Д.Н.Топчием).

Результаты проведенных исследований докладывались на Научно-техническом Совете Гипронисельхоза в 1970 году, на Всесоюзном меж-

вузовском семинаре преподавателей экономики и организации сельскохозяйственного строительства при Полтавском инженерно-строительном институте в 1972 году, на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Полтавского инженерно-строительного института в 1969, 1970, 1971 г.г.