

УДК 624.01:692

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ МОЛОЧНОТОВАРНЫХ ФЕРМ

А.И. Колтунов, А.М. Хаткевич, О.А. Подобед

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь
e-mail: a.khatkevich@psu.by, a.koltunov@psu.by, podobedo6@gmail.com

Обобщены результаты обследования железобетонных конструкций зданий молочно-товарных ферм отдельных хозяйств Витебской области. Приведена оценка влияния условий и качества эксплуатации на долговечность конструкций, выявлены основные факторы, снижающие их долговечность, а также участки, подверженные разрушениям в наибольшей степени.

Ключевые слова: молочно-товарная ферма, долговечность, агрессивная среда, условия эксплуатации, железобетонная конструкция, дефекты и повреждения.

PROBLEMATIC ISSUES OF ENSURING THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF DAIRY FARMS BUILDINGS

A. Koltunov, A. Khatkevich, O. Podobed

Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk, Novopolotsk, Republic of Belarus
e-mail: a.khatkevich@psu.by, a.koltunov@psu.by, podobedo6@gmail.com

The results of the survey of reinforced concrete structures of buildings of dairy farms of individual farms of the Vitebsk region are summarized. The assessment of the influence of operating conditions and quality on the durability of structures is given, the main factors that reduce their durability, as well as the areas most susceptible to destruction, are identified.

Keywords: dairy farm, durability, aggressive environment, operating conditions, reinforced concrete structure, defects and damages.

Введение. Развитие сельского хозяйства на сегодняшний день является одним из самых актуальных вопросов в Республике Беларусь. В качестве приоритетных направлений в рамках подпрограммы 3 «Развитие животноводства, переработки и реализация продукции животноводства» [1] на 2021–2025 годы определены «модернизация и техническое переоснащение перерабатывающих организаций молочной и мясной промышленности, консолидация и укрупнение производства; максимальная реализация потенциала продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы за счет соблюдения технологических регламентов при производстве продукции животноводства».

Президентом была поставлена задача строительства молочно-товарных комплексов, отвечающих всем современным требованиям. В этой связи были приняты Указ Президента Республики Беларусь от 28 декабря 2022 г. № 442-дсп «О строительстве (реконструкции) молочно-товарных комплексов» [2] и Постановление Совет Министров Республики Беларусь от 20 января 2023 г. № 50 «Об определении перечня организаций и инвестиционных проектов по строительству (реконструкции) молочно-товарных комплексов» [3].

Для эффективного планирования строительства (реконструкции) необходимо понимание «слабых» мест существующих решений для недопущения их воспроизводства. В связи с этим областью исследования данной работы явился анализ влияния эксплуатационных фак-

торов на долговечность железобетонных конструкций зданий молочнотоварных ферм (МТФ). В статье приведено обобщение результатов, полученных при обследовании зданий МТФ отдельных хозяйств Витебской области за период с 2003 по 2023 годы. Всего было проанализировано 35 объектов.

Основная часть. В зависимости от характера и способа распределения несущих и ограждающих функций между элементами для сельскохозяйственных зданий характерны следующие конструктивные типы: бескаркасный, с неполным и полным каркасом. Основными схемами каркасов производственных сельскохозяйственных зданий являются стоечно-балочные системы, схемы с применением ферм и распорных рам. Можно выделить два наиболее характерные типа зданий из железобетонных конструкций, встречающиеся при обследовании МТФ хозяйств Витебской области.

К первому типу отнесены производственные постройки, введенные в эксплуатацию в 60-70-е годы, – относительно небольшие коровники вместимостью 100...200 голов. Для возведения таких зданий широко использовались стоечно-балочные унифицированные каркасы с балками длиной 9; 7,5 и 6 м из сборного железобетона. Для перекрытий и покрытия использовались плиты из сборного железобетона; стеновые ограждения – из блоков и кирпичной кладки. Кровля в таких зданиях выполняется из асбестоцементных листов либо совмещенной. По ширине и конструктивной сетке колонн и направлению укладки горизонтальных несущих элементов встречаются постройки: номинальной шириной 18 м с шагом внутренних опор в поперечном сечении 6+6+6 м, с продольным расположением балок; номинальной шириной 19,5 м с шагом внутренних опор в поперечном сечении 6,3+6,9+6,3 м, с продольным расположением балок; номинальной шириной 21 м с шагом внутренних опор в поперечном сечении 6+9+6 м с полным, либо неполным каркасом; номинальной шириной 21 м с шагом внутренних опор в поперечном сечении 7,5+6+7,5 м с полным, либо неполным каркасом. Сборные железобетонные ребристые плиты в зданиях данного типа опираются на наружные стены и сборные железобетонные балки преимущественно таврового сечения.

Ко второму типу отнесены здания из сборных железобетонных рам, которые начали возводить несколько позже (80-е годы прошлого века). При этом встречаются два наиболее распространенных варианта пролетов – 18 и 21 метр. Стеновые ограждения – из бетонных и легкобетонных панелей, иногда – блоков и кирпичной кладки. Плиты покрытия – сборные железобетонные шириной 1,5 и 3 м. Также встречается разная схема укладки плит – сплошная и разреженная. Полурамы использовались нескольких типов поперечного сечения – прямоугольные и двутавровые.

Указанные два типа зданий на сегодняшний день в основном не соответствуют своими объемно-планировочными решениями современным требованиям технологии производства молока по своим габаритам, позволяющим применять высокопроизводительные кормораздачу, навозоудаление и др., поэтому в последние годы начали возводиться здания МТФ со следующим типовым проектным решением (рисунок 1):

– каркас выполнен из сборных железобетонных полурам (П1) по серии 1.822.1-6 и сборных железобетонных колонн (К) по серии 1.823.1-2. На колонны опираются железобетонные треугольные фермы (Ф1) по серии Б1.863.1-1.08;

– покрытие выполнено из сборных железобетонных ребристых плит (преимущественно 2ПГ высотой 250 мм по серии 1.065.1-2.94), которые опираются и передают нагрузку на полурамы и фермы;

– фундаменты под полурамы в зависимости от геологических условий строительства либо сборные железобетонные фундаментные башмаки по серии Б1.812.11.07 вып.1, либо монолитные по аналогии со сборными по верху свай. Аналогично под колонны фундаменты

либо столбчатые стаканного типа по серии 1.812.1-1/92, либо монолитные по аналогии сборных железобетонных фундаментов по верху свай.

Применяемые при этом железобетонные конструкции хорошо изучены и обладают теми же характерными достоинствами и недостатками, что и конструкции в зданиях первого и второго типов.

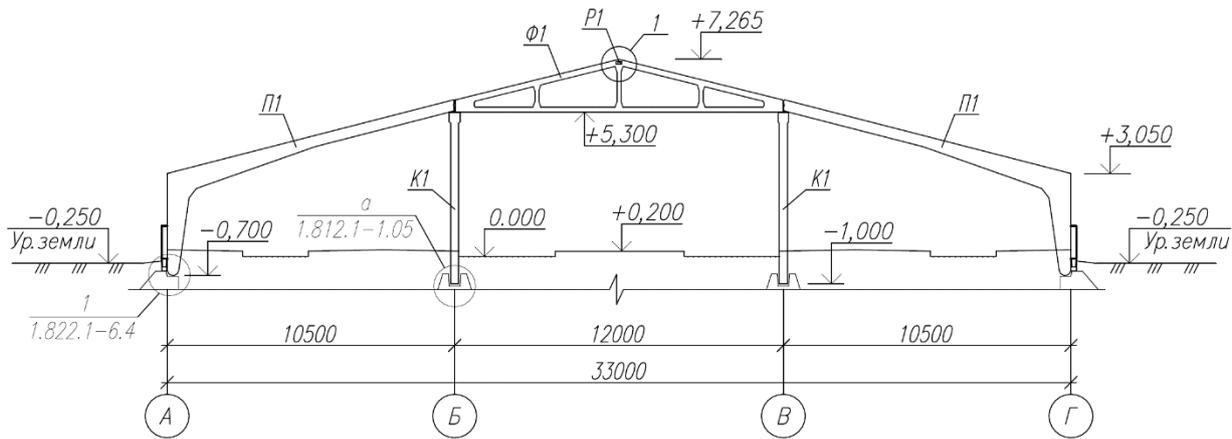


Рисунок 1. – Типовое решение поперечной рамы

Факторы, приводящие к возникновению дефектов и повреждений строительных конструкций и приводящие к уменьшению продолжительности эксплуатационного периода, по результатам обследований можно свести к следующим группам:

Группа 1. Эксплуатационная среда.

Технологический процесс зданий МТФ подразумевает:

- агрессивное воздействие газообразной, жидкой и твердой средой в том числе в совокупности с влиянием дезинфицирующих средств;
- высокую влажность и ее постоянное изменение вкупе с отсутствием, как правило, должной вентиляции. Влажность в помещениях на момент обследования доходила до 100% с выпадением конденсата на поверхности конструкций, появлением плесени и грибковых образований.

Группа 2. Нарушение правил изготовления конструкций, монтажа и ошибки принятых строительных решений:

- несоблюдение защитных слоев продольной, поперечной и распределительной арматуры железобетонных конструкций. При обследовании выявлены не единичные конструкции, для которых защитные слои не соблюдались и составляли значение от 0 до 10 мм. Как следствие, происходит оголение и коррозия арматуры, снижение долговечности;
- недоуплотнение бетонной смеси при формовке конструкций, раковины и поры в теле конструкций. Как следствие, происходит оголение и коррозия арматуры, снижение долговечности;
- отсутствие и несвоевременное восстановление антикоррозионной защиты металлических изделий (закладных деталей, анкеров, опорных пластин);
- недостаточные теплотехнические характеристики ограждающих конструкций (стен и перекрытий), что приводит к выпадению конденсата, при отрицательных температурах образованию инея, размораживанию;
- монтаж полурам на упорные фундаменты, находящиеся на разных отметках, что приводит к изменению условий работы, внецентренному сжатию в элементах.

Группа 3. Нарушение правил эксплуатации:

- разборка стенок тамбуров в коровниках;
- недостаточная либо неисправная вентиляция помещений, что приводит к увеличению влажности внутри помещений;

– неисправная кровля, либо отдельные ее узлы. Протечки в кровле приводят к увлажнению утеплителя и соответственно к снижению его теплотехнических характеристик; к увлажнению и образованию грибковых и плесневых колоний, коррозионным повреждениям арматуры; к размораживанию материалов при замерзании воды и последующему нарушению защитных слоев из-за коррозии арматуры;

– заполнение дверных и оконных проемов не обеспечивает герметичность и необходимое сопротивление теплопередаче этих участков наружной стены (разрушение в результате гниения древесины, отсутствие остекления либо его замена на полиэтиленовую пленку);

– нарушение целостности в ограждениях. Зачастую между стеновыми панелями отсутствует заделка стыков;

– механические повреждения вертикальных несущих конструкций в местах проезда техники, работы механизмов, постоянного контакта с привязями животных. Это приводит к нарушению защитных слоев с оголением и последующей коррозией арматуры, уменьшению размеров сечений;

– несвоевременное выполнение ремонтов по восстановлению поврежденных конструкций, а зачастую и их полное отсутствие.

Помимо выявления групп факторов, приводящих к возникновению дефектов и повреждений, были обнаружены *характерные зоны* зданий, в пределах которых элементы конструкций находятся в наиболее неблагоприятных условиях и получили наибольшие повреждения:

– зоны тамбуров. В тамбурах происходит выход теплого влажного воздуха из основного производственного объема здания МТФ при открывании проемов, его смещение с холодным атмосферным воздухом в осенне-зимний период. Происходит конденсирование влаги на холодных конструкциях, такому же, но в гораздо меньшей степени, воздействию подвергаются и элементы конструкций в около тамбурной зоне;

– зоны примыкания к наружным стенам — вследствие совместного воздействия коррозионных процессов «размораживания» и выщелачивания структуры бетона. Состояние усугубляется также из-за притока холодных масс наружного воздуха в карнизных узлах, т. к. на стыке плит покрытия и наружных стен образуются мостики холода. Мостики холода представляют собой локальные участки в оболочке здания, через которые осуществляется повышенная теплоотдача. В области образования мостика холода температура поверхности стен понижается настолько, что в холодное время года она становится ниже температуры точки росы. Влага, содержащаяся в воздухе помещения, образует конденсат, приводит к появлению сырости и плесени.

Так, в частности, плиты, расположенные в указанных зонах, имеют значительные дефекты и повреждения в виде размораживания бетона, оголения и коррозии рабочей арматуры поперечных ребер (составляют до 8% от всех обследованных). Их состояние характеризуется на большинстве обследованных объектов как предаварийное (IV – V-й категория), дальнейшая эксплуатация была невозможна, требовалось выполнение усиления или полная замена, рисунок 2, 3.

В целом железобетонные ребристые плиты на обследованных объектах оценивались различными категориями технического состояния. Плиты, имеющие дефекты в виде продольных трещин в одном или двух продольных ребрах, разрушения защитного слоя бетона арматуры продольных ребер, оголения и пластинчатой коррозии рабочей арматуры (около 10% от всех обследованных) оценивались по IV-й категории технического состояния. Плиты покрытия, имеющие дефекты в виде разрушения защитного бетонного слоя, поверхностной коррозии арматуры сетки плит; высолов, шелушения, отслаивания отделочного слоя (до 40% от всех обследованных), относились к III категории технического состояния, характеризующегося как не вполне удовлетворительное, требовалось выполнить их ремонт. Около 50% плит покрытия оценивались по I и II категориям технического состояния.



Рисунок 2. – Характерные повреждения железобетонных конструкций в зонах тамбуров



Рисунок 3. – Характерные повреждения железобетонных конструкций в зонах тамбуров

Техническое состояние балок тамбурных и околотамбурных зон зданий, имеющих дефекты в виде размораживания, разрушения бетона, оголения и пластинчатой коррозии рабочей арматуры (до 4% от всех обследованных), характеризовалось как предаварийное и относится к IV – V-й категории. Балки, имеющие дефекты в виде продольных трещин в нижней грани стенки, отслоения защитного слоя рабочей арматуры (13% от всех обследованных) отнесены к III-й категории технического состояния, рекомендовалось выполнить их ремонт. Также ремонт рекомендовано выполнить для балок покрытия, имеющих дефекты в виде оголения поперечной арматуры; шелушения, отслаивания отделочного слоя (около 17% от всех обследованных).

Общее техническое состояние железобетонных колонн классифицировалось как удовлетворительное – II-я категория. Однако встречались отдельные колонны имеющие местные дефекты в виде отделения защитных слоев бетона, оголения, коррозии арматуры (до 20% от всех обследованных). С целью восстановления эксплуатационной пригодности дефектных колонн требовалось выполнить их ремонт.

Освидетельствование состояния железобетонных полурам показало, что на большинстве зданий МТФ они находятся в работоспособном состоянии. Исключение составляют конструкции с уменьшенными защитными слоями, на которых наблюдаются следы коррозии арматуры (до 1% от всех обследованных). Также отмечены конструкции со следами механических повреждений (0,3% от всех обследованных).

Заключение. Проектный срок эксплуатации зданий МТФ составляет 15-30 лет. В то же время еще продолжается эксплуатация отдельных зданий, возведенных в 70 – 80-е годы прошлого столетия, срок эксплуатации которых приближается к 50 годам.

Одним из важнейших факторов, снижающих себестоимость производства молочной продукции, является возведение (реконструкция) производственных зданий из долговечных конструкций, не требующих капиталовложений в период эксплуатации. Сборный железобетон, традиционно являясь массово применяемым материалом, достаточно хорошо изучен, является долговечным и обладает относительно невысокой стоимостью. Несущие конструкции из сборного железобетона позволяют создавать здания МТФ и комплексы с соблюдением действующих сегодня технологических требований по рациональным объемно-планировочным решениям производственных зданий. Опыт эксплуатации зданий из сборного железобетона показывает его живучесть даже при крайне низкой культуре эксплуатации зданий в сельскохозяйственных предприятиях. Также следует отметить наличие разработанных серийных конструкций, из которых можно компоновать современные здания МТФ.

Эксплуатация зданий МТФ в сельскохозяйственных предприятиях является наиболее слабым звеном жизненного цикла, вносящим колоссальный вклад в его сокращение. Нарушение правил эксплуатации, отсутствие ремонтов в совокупности с атмосферными и климатиче-

скими воздействиями (отрицательные температуры с частым переходом через ноль, ветер, дождь) приводят к интенсификации повреждений и переходу их в неработоспособное состояние. *В повышении качества эксплуатации кроется существенный резерв продления долговечности конструкций зданий МТФ.*

Обнаруженные дефекты и повреждения в конструкциях зданий МТФ вызваны, как правило, не одной, а совокупностью различных факторов. В дальнейшем при проектировании и изготовлении железобетонных конструкций зданий МТФ из железобетона следует:

– дифференцированно учитывать степень агрессивного воздействия среды, в которой они эксплуатируются. Для зон тамбуров и примыканий к наружным стенам следует назначать более высокую степень агрессивности и, соответственно, применять конструкции срок эксплуатации которых будет сопоставим со сроком эксплуатации основного объема конструкций;

– детальнее подходить к выбору способов защиты конструкций, используя как первичную, так и вторичную защиту. В частности, ребристые плиты ввиду ограниченности сечений не позволяют создать требуемые защитные слои арматуры и для обеспечения долговечности необходимо либо изменение их опалубочных размеров, либо применение вторичной защиты;

– не допускать нарушений проектного положения арматурных элементов. Для повышения защитных свойств бетона по отношению к арматуре и снижения проницаемости бетона, в бетонную смесь рекомендуется вводить химические добавки (в том числе ингибиторы коррозии стали), снижающие проницаемость бетона или повышающие его химическую стойкость, а также повышающие защитную способность бетона по отношению к арматуре. Не допускать применение добавок, содержащих хлористые соли и другие соединения, вызывающие коррозию арматуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1 февраля 2021 г. № 59 «О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы». – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100059>. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь
2. Указ Президента Республики Беларусь от 28 декабря 2022 г. № 442-дсп «О строительстве (реконструкции) молочно-товарных комплексов». – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100059>. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.
3. Постановление Совет Министров Республики Беларусь от 20 января 2023 г. № 50 «Об определении перечня организаций и инвестиционных проектов по строительству (реконструкции) молочно-товарных комплексов». – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100059>. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.
4. Анализ влияния эксплуатационного периода на жизненный цикл зданий молочно-товарных ферм из различных конструкционных материалов на примере отдельных хозяйств Витебской области: отчет о НИР/ Полоцкий гос. Университет; рук. Колтунов А.И.; исполн. Хаткевич А.М. – Новополоцк, 2024. – 134 с. – №ГР 20240822.