

## **ДОКЛАД**

### **Проектные решения при реконструкции и техническом перевооружении производства тепловых труб, сотопанелей и каркасов солнечных батарей изделия 14Ф155**

16 июля 2020 года

**ДОКЛАДЧИК**

Главный инженер проекта АО «ИПРОМАШПРОМ»

Морозов Сергей Игоревич

Уважаемые коллеги и участники общественных обсуждений!

Разрешите представиться! Морозов Сергей Игоревич – главный инженер проекта АО «ИПРОМАШПРОМ».

Вашему вниманию предоставляется инвестиционный проект «Реконструкция и техническое перевооружение производства тепловых труб, сотовых панелей и каркасов солнечных батарей изделия 14Ф155», разработчиком которого является проектный институт АО «ИПРОМАШПРОМ».

## **ВВЕДЕНИЕ**

Разработка проектной документации осуществляется в соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2019 года №85-6 и решением Госкорпорации «Роскосмос» от 24.04.2019 года №РД-329-р о реализации бюджетных инвестиций объекта «Реконструкция и техническое перевооружение производства тепловых труб, сотовых панелей и каркасов солнечных батарей изделия 14Ф155» Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина» г. Химки, Химкинский район, Московская область.

Целью реализации инвестиционного проекта является своевременное технологическое обеспечение комплекса № 508 «Центр тепловых труб», позволяющее выполнить работы по изготовлению, сборке, испытанию и контролю тепловых труб, сотовых панелей и каркасов солнечных батарей.

Для достижения указанной цели предусматривается организация производства тепловых труб, сотовых панелей и каркасов солнечных батарей изделия 14Ф155 во вновь строящейся части корпуса №5. Для сообщения вновь организуемого производства с существующим корпусом №5 запроектирована галерея.

Проведение работ по реконструкции и техническому перевооружению комплекса №508 «Центр тепловых труб» АО «НПО Лавочкина» позволит обеспечить:

- повышение качества выпускаемой продукции;
- повышение надежности работы выпускаемой продукции в жестких условиях эксплуатации;
- повышение производительности труда;
- сокращение цикла производства и снижение себестоимости продукции;
- внедрение новых технологий и оснащение предприятия современным технологическим оборудованием для обеспечения требований по улучшению характеристик выпускаемой продукции;
- улучшение условий труда в производственных помещениях;
- обеспечение выполнения требований нормативно-правовых документов по охране труда и производственной санитарии, пожарной безопасности, промышленной безопасности и охране окружающей среды.

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» является ведущей организацией ракетно-космической промышленности по разработке, изготовлению и практическому использованию автоматических космических комплексов и систем для проведения фундаментальных научных, астрофизических, планетных исследований, а также дистанционного зондирования Земли, разработки и сборки разгонных блоков для выведения космических аппаратов на расчетные околоземные орбиты и отлётные от Земли траектории.

Научный и конструкторский потенциал предприятия обеспечивается благодаря профессиональным и высококвалифицированным кадрам, современному производственному оборудованию, испытательной базе, стендам, средствам моделирования, проводимым работам по модернизации производства.

В настоящий момент основными задачами предприятия является создание новых образцов космической техники, повышение производительности труда, выпуск изделий, отвечающих высочайшим международным стандартам и обладающим конкурентными преимуществами среди мировых аналогов.

НПО Лавочкина осуществляет выполнение работ, предусмотренных Федеральной космической программой Российской Федерации. Предприятие является постоянным участником престижных международных авиационно-космических салонов, выставок, форумов, научно-практических конференций и семинаров.

Территория АО «НПО им. С. А. Лавочкина» располагается на земельном участке относящемуся к категории земель населенных пунктов, общей площадью 43,5 га в зоне, сложившейся промышленной, коммунальной и жилой застройкой города Химки.

На территории предприятия АО «НПО Лавочкина» размещаются административные, производственные и лабораторные корпуса, котельная, вспомогательная здания и сооружения, стоянки грузового и легкового автотранспорта.

Производственные, испытательные, административные и вспомогательные отделения и службы АО «НПО Лавочкина» расположены на площадке в Московской обл., г. Химки, Ленинградское шоссе, д. 24.

Конструкция и система обеспечения теплового режима изделия 14Ф155 построена на тепловых сотовых панелях (ТСП). Тепловая сотовая панель – это трехслойная клееная конструкция, состоящая из двух листов обшивки, между которыми устанавливаются тепловые трубы и закладные элементы для крепления приборов, оставшееся пространство заполняется сотозаполнителем.

В состав изделия 14Ф155 входят ТСП и сотовые панели, представляющие собой композиционную конструкцию с большим количеством клеевых соединений. В состав данных агрегатов входят сложные сборочные единицы (тепловые трубы) и материалы, сочетающие в себе элементы различной природы с разной плотностью и структурой.

Для изготовления изделия 14Ф155 впервые применяются ТСП, имеющие внутреннюю двухъярусную систему тепловых труб, являющихся основными элементами системы обеспечения теплового режима изделия 14Ф155. Впервые в конструкции ТСП имеется соединение нескольких деталей по одной плоскости (поверхности) с высокой точностью, а также большое количество (более 500) ответственных узлов и критических зон, места усиления сотового заполнителя, силовые узлы крепления, граничащие с тепловыми трубами и т.д.

Тепловая труба – это элемент системы охлаждения, принцип работы которого основан на том, что в замкнутом геометрическом объеме находится теплоноситель в двухфазном состоянии. Перенос тепла происходит за счет того, что жидкость испаряется, поглощая теплоту испарения и конденсируется на холодном участке, откуда перемещается на место испарения за счет капиллярных сил, образованных капиллярной структурой в тепловой трубе.

В состав одного изделия 14Ф155 входит более 300 тепловых труб, около 30 сотовых панелей и солнечных батарей.

Применяемые в составе изделия 14Ф155 ТСП не имеют ранее создаваемых аналогов по своим размерам, количеству закладных элементов (~1000 шт.) и требуют специального оснащения для работы и контроля.

Реконструируемый комплекс № 508 «Центр тепловых труб» размещается в корпусе №5.

## **ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

Проектируемые очистные сооружения (далее – установка очистки) предназначены для очистки промливневых сточных вод АО «НПО им. Лавочкина» от нефтепродуктов, взвешенных веществ, тяжелых металлов и аммония до норм ПДК для слива в водоемы рыбохозяйственного назначения (фактически слив производится в городскую канализацию).

Проектируемые очистные сооружения располагаются в пределах территории АО «НПО им. Лавочкина», в отдельно стоящем, вновь проектируемом здании. Промливневые сточные воды с территории предприятия по существующей системе ливневой канализации самотеком поступают в существующий резервуар, из которого погружными насосами подаются в проектируемую аккумулирующую емкость. При этом от колодца №К-37 коллектора №1, расположенного в непосредственной близости с площадкой размещения проектируемых объектов, предусмотрена самотечная линия непосредственно в проектируемую аккумулирующую емкость.

В состав проектируемых объектов входят:

- навес над существующим резервуаром размерами в плане по осям 6,0х3,0м, высотой 4,22 м по коньку для обслуживания погружных насосов и запорной арматуры;

- аккумулирующая емкость для приема исходных стоков. Емкость железобетонная, подземная, габаритными размерами 54x12x7,65м. Полезный объем емкости – 1900 м<sup>3</sup> (полный гидравлический объем емкости, используемой также для предварительного осветления стоков, составляет 2560 м<sup>3</sup>) (секция исходных стоков); 120 м<sup>3</sup> (отсек осадка).

- быстровозводимое здание из сэндвич-панелей размерами в плане по осям 30 x 12 м для размещения технологического оборудования очистных сооружений. Здание размещается на перекрытии аккумулирующей емкости.

В здании очистных сооружений располагаются:

- производственное помещение (оси 11÷13; А÷Б и 13÷19; А÷В);
- бытовые помещения для обслуживающего персонала (оси 9÷11; А÷Б);
- диспетчерская (оси 9÷10; Б÷В);
- участок хранения и отгрузки реагентов (оси 11÷13; Б÷В);
- венткамера (оси 10÷11; Б÷В);
- тепловой пункт (оси 9÷10; А÷Б).

Подвод электрических сетей, теплотрассы, сжатого воздуха осуществляется от инженерных сетей предприятия. В качестве источника водоснабжения используется сеть холодного водоснабжения предприятия. Для собственных нужд очистных сооружений используется очищенная на установке вода. Хозяйственно-бытовые стоки от санитарных приборов проектируемого здания отводятся в сеть фекальной канализации предприятия.

Производительность установки – 41 м<sup>3</sup>/час при наличии регулирующего резервуара рабочим объемом 1900 м<sup>3</sup>.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Центр тепловых труб создан приказом по ГК «Роскосмос» и является отраслевым центром, в котором сконцентрированы основные технологические возможности по разработке, изготовлению и испытаниям агрегатов систем терморегулирования с двухфазным теплоносителем и систем на их основе.

Основной продукцией центра тепловых труб является:

- аксиальные тепловые трубы с теплоносителями (аммиак, толуол, азот, метан и пропилен) и теплопроводы на их основе, в том числе газорегулируемые;
- артериальные тепловые трубы с теплоносителями (аммиак и пропилен) и теплопроводы на их основе, в том числе гибкие теплопроводы;
- контурные тепловые трубы, теплопроводы и радиаторы на их основе с теплоносителями (аммиак и пропилен), в том числе регулируемые теплопроводы;
- сотопанели, в том числе с клееными и установленными снаружи тепловыми трубами, с термооптическими покрытиями различных типов;
- углепластиковые и ультралегкие композиционные конструкции, в том числе каркасы солнечных батарей;
- тепловые аккумуляторы с теплоносителями, использующими скрытую теплоту плавления.

Габаритные размеры панелей не позволяют проводить сборку и установку входящих в нее деталей в ее центральной части, работать одновременно с двух сторон ТСП, кантовать (поворачивать) без вероятности повреждения на имеющемся оборудовании, проводить тепловакуумные испытания и дегазацию в имеющихся испытательных стендах.

Находящиеся в ТСП узлы крепления приборов, каркаса и других элементов расположены на большом расстоянии друг от друга с высокой точностью позиционирования, которая не позволяет проводить контроль обычными методами измерения и требует применения нестандартных приемов, разработанных специально под определенную конструкцию.

В связи с отсутствием рентгеновской лаборатории в ЦТТ, агрегаты транспортируются на рентгеновский участок, расположенный в другом подразделении, что приводит к затрате большого количества времени на упаковку, транспортировку, входной контроль при передаче из цеха в цех.

Так же в настоящее время склейка сотовых панелей происходит на ОНПП «Технология» (г. Обнинск, Калужская область), куда отправляются закладные элементы (втулки, обшивки, тепловые трубы, кронштейны и т.д.) для панелей изделия 14Ф155.

На сегодняшний день существующие производственные мощности ЦТТ загружены полностью.

Для организации полного цикла производства тепловых труб, сотовых панелей и каркасов солнечных батарей изделия 14Ф155 с учетом перспективной программы выпуска проектными решениями предусматривается строительство корпуса №5а (новая часть) с размещением следующих участков:

- участок изготовления обшивок и закладных элементов;
- участок сварки;
- рентгеновская лаборатория;
- участок склейки и сборки сотовых панелей;
- участок дегазации и проведения тепловакуумных испытаний;
- производственный участок с зоной изготовления препрега;
- участок нанесения терморегулирующего покрытия.

Организация рабочих мест предусматривает оснащение их современным технологическим оборудованием, оснасткой и инструментом, а также обеспечение энергоресурсами:

- сжатым воздухом низкого давления;
- электроэнергией;
- водой;
- техническими газами (кислород, азот, аргон)

и выполнение требований:

- по промышленной чистоте воздуха;
- по температурно-влажностному режиму;
- по пожарной безопасности;
- по технике безопасности и охране труда;
- по промышленной безопасности;
- по охране окружающей среды.

Обеспечение рабочих мест электроэнергией предусматривается от проектируемой в корпусе трансформаторной подстанции.

Обеспечение рабочих мест сжатым воздухом предусматривается от вновь устанавливаемой компрессорной установки.

Обеспечение рабочих мест водой (оборотной) предусматривается от проектируемой системы оборотного водоснабжения.

Организация работ, связанных с текущим ремонтом технологического и вспомогательного оборудования, технологических, электротехнических и сантехнических систем, а также зданий и сооружений, предусматривает использование существующих ремонтных служб АО «НПО Лавочкина» и привлечение специализированных организаций на договорной основе.

## **АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ**

Корпус №5а – вновь возводимое новое здание – располагается на свободном участке с юго-западной стороны от существующего корпуса №5 и соединяется с ним проектируемым надземным переходом.

Корпус №5а представляет собой промышленное, многопролётное, каркасное здание, прямоугольное в плане, с размерами в осях 78,0х24,0м. К основной части здания в осях 14/Б-Г примыкают под углом 14° проектируемые лестничная клетка и переход в сущ. корпус №5. Здание – двухэтажное, с тёплым чердаком, без подвала. Кровля скатная, совмещённая, по верхнему поясу ферм. Гидроизоляционный ковёр – ПВХ мембрана. Водостоки внутренние. Каркас корпуса металлический из однопролётных рам (колонн и ферм с конструктивным уклоном верхнего пояса, пролётом 24 м) с шагом 6 м. Система ферм и связей покрытия одновременно обеспечивает устойчивость здания к прогрессирующему обрушению. Перекрытие 1-го этажа на отм. +3,300 и +3,600 монолитное железобетонное, опирается на внутреннюю металлическую этажерку. Для размещения вентоборудования в осях 4-5 в чердачном пространстве запроектирована внутренняя этажерка с вентплощадкой на отм. +6,300. Перекрытие 2-го этажа (чердачный настил на отм. +6,820) сборное каркасное из холодногнутых металлических профилей (МП СП компании «Металлпрофиль») с обшивкой листовыми материалами и заполнением минватой, опирается на нижний пояс ферм. Фундаменты столбчатые монолитные

железобетонные. Фундаменты между собой связаны ж/б фундаментными балками, на которые опирается цоколь. Цоколь запроектирован высотой до отм. +0,800 – кирпичный трёхслойный с внутренним слоем утеплителя из экструдированного пенополистирола, оштукатурен с обеих сторон. Наружные стены выше отм. +0,800 – из панелей металлических трёхслойных модульного типа с внутренним слоем минеральной ваты. Панели крепятся на металлический фахверк наружных стен. Наружные стены выше уровня кровли образуют парапет на отм. +10,400. Перегородки внутренние 2-х типов – каркасные с облицовкой листами «Аквапанель» и кирпичные. Тип перегородок выбран исходя из несущей способности для закрепления оборудования, высоты, пожарно-технических характеристик.

В здании предусмотрено несколько лестниц, расположенных внутри помещений (в осях 4-5/Г, 7-8/В), открыто у фасада (4-6/А), в лестничной клетке. Лестничная клетка вынесена из основного объёма здания и размещена в осях 14/Б-Г с разворотом параллельно переходу. Основной вход в здание запроектирован в уровне 1-го этажа через данную лестничную клетку. Лестница здесь соединяет 1, 2 этажи, чердак, выход на кровлю, переход в сущ. корпус. Конструкции стен лестничной клетки – кирпичные. Фундаменты ленточные монолитные железобетонные. Косоуры металлические. Ступени из каменных плит на металлическом каркасе. Кровля лестничной клетки плоская, совмещённая, с парапетом на отм. +13,400. Выше уровня земли стены утепляются минеральной ватой снаружи и облицовываются металлическими кассетами с вентилируемым воздушным зазором.

Переход для сотрудников из корпуса №5 запроектирован выше уровня 2-го этажа над внутризаводскими надземными эстакадами инженерных коммуникаций и автомобильными проездами. Это конструктивно независимая часть корпуса длиной 35 метров, соединяет площадки лестничных клеток старой и новой частей корпуса на высоте около 5 м над уровнем земли. Конструктивное решение – объёмный металлический каркас из 2-х параллельных двухпролётных ферм на спаренных опорах. Нижний и верхний пояса ферм используются для крепления металлических настилов пола и покрытия перехода. Фундаменты монолитные железобетонные. Наружные стены – из панелей металлических трёхслойных модульного типа с внутренним слоем минеральной ваты. Кровля плоская совмещённая с внутренним теплоизолирующим и уклонообразующим слоями, гидроизоляционным покрытием из ПВХ мембраны.

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ**

Основной каркас здания состоит из плоских однопролётных одноярусных поперечных стальных рам, соединённых в пространственную конструктивную схему системой распорок, продольных вертикальных ферм, вертикальных и горизонтальных связей. В общем объёме основного каркаса здания установлены металлические каркасы многопролётных одно-двухъярусных встроек с настилами из монолитных ж/б плит.

Все колонны здания основного каркаса и колонны встройки имеют жёсткую заделку в фундамент, кроме колонн торцевого фахверка, которые имеют шарнирное сопряжение с фундаментом.

Фермы поперечных рам шарнирно сопряжены с колоннами основного каркаса. Для обеспечения устойчивости к прогрессирующему обрушению колонны однопролётной двухъярусной встройки в осях 4-5/А-Д жёстко сопряжены с продольными и поперечными балками настила в уровне 2-го яруса. В уровне 1-го яруса продольные второстепенные балки настила имеют шарнирное, а поперечные главные балки жёсткое сопряжение с колоннами встройки. Все второстепенные балки настила 1-го и 2-го ярусов встройки в осях 4-5/А-Д шарнирно сопряжены с главными балками настилов.

Колонны одноярусной встройки в осях 7-14/А-Д шарнирно сопряжены с рёбрами ж/б монолитного перекрытия.

Сопряжение ж/б монолитных настилов с колоннами основного каркаса - шарнирное.

Сопряжение ж/б монолитных рёбер настила встройки в осях 7-14/А-Д с колоннами основного каркаса - шарнирное через опорные консоли с вылетом 200мм.

Для обеспечения устойчивости к прогрессирующему обрушению основного каркаса здания проектом предусматривается устройство продольных вертикальных ферм. Продольные фермы располагаются вдоль здания в каждом шаге поперечных рам между колонн и в коньковой части

межферменного пространства в одном уровне с фермами поперечных рам. Сопряжение продольных ферм с колоннами основного каркаса и поперечными фермами рам – шарнирное.

Пространственная жёсткость и устойчивость каркаса здания обеспечивается совместной работой основного каркаса и каркасов встроек, заделкой колонн, горизонтальным диском чердачного перекрытия в уровне нижнего пояса ферм, горизонтальными дисками настилов встроек, устройством связевого блока основного каркаса в осях 5-6 /А-Д, устройством горизонтальных диагональных связей основного каркаса в уровне верхних поясов ферм по торцам здания, устройством вертикальных связей между колонн встроек в осях 4-5/А-Б; 4-5/Г-Д; 8-9/Б; 8-9/В. Связевой блок основного каркаса в осях 5-6 /А-Д состоит из вертикальных крестовых связей между колонн и диагональных горизонтальных связей в уровне верхнего пояса ферм.

Лестничный блок представлен в виде отдельно стоящего монолитного ядра жёсткости, вынесенного за периметр основного здания. Конструктивной схемой лестничного блока является рамно-связевая система, состоящая из продольных монолитных ж/б стен, жёстко сопряжённых с горизонтальными монолитными ж/б плитами покрытия и плитами лестничных площадок. Трапециевидное очертание лестничного блока в плане обусловлено положением пешеходной галереи, направленной в зону лестничной клетки существующего корпуса №5.

Конструктивной схемой надземной пешеходной галереи является пространственная трёхпролётная неразрезная балка общей длиной 36,0м с общей максимальной длиной пролёта 15,0м и наибольшим консольным свесом 3,3м в зоне примыкания к вновь возводимой лестничной клетке корпуса №5а. Пространственная неразрезная балка галереи прямоугольного сечения, с внутренними габаритными размерами 2,8х3,1(н)м состоит из 2-х главных вертикальных решётчатых ферм с параллельными поясами, соединённых между собой по верхним и нижним поясам системой связей, состоящей из продольных решётчатых горизонтальных ферм.

## **СЕТИ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Проектом предусматриваются следующие основные работы:

- подвод электроэнергии к вновь устанавливаемому и перемещаемому оборудованию, установка розеток для оргтехники;
  - устройство системы заземления;
  - устройство системы сжатого воздуха для технологического оборудования;
  - организация систем местной и общеобменной вытяжной, и общеобменной приточной вентиляции;
  - устройство системы освещения;
  - устройство систем водоснабжения и водоотведения;
  - устройство наружной ливневой канализации вдоль корпуса;
  - устройство сетей связи;
  - устройство системы автоматической пожарной сигнализации;
  - устройство системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре.
- Все решения, предусмотренные проектной документацией приняты исходя из требований:
- задания на проектирование;
  - действующего законодательства РФ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выполненная проектная документация разработана в соответствии с действующими строительными, технологическими и санитарными нормами и правилами, предусматривает мероприятия, обеспечивающие конструктивную надежность, взрывопожарную и пожарную безопасность объекта, защиту населения и устойчивую работу объекта в чрезвычайных ситуациях, защиту населения и устойчивую работу объекта в чрезвычайных ситуациях, защиту окружающей природной среда при эксплуатации и отвечает требованиям федерального закона №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности здания и сооружений» и «Градостроительного кодекса Российской Федерации.