

УДК 504.06

Экологические аспекты при внедрении новых технологий остекления самолетов

Жукова Юлия Михайловна

zjuliam@hotmail.com

Бурсина Екатерина Андреевна

bursina.catu@yandex.ru

Жуков Янислав Дмитриевич

zhukovyad@student.bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрены ключевые аспекты, связанные с внедрением новых технологий остекления самолетов. Производственный процесс остекления сопровождается выделением вредных веществ, которые могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье работников. Для минимизации выбросов и соблюдения экологических норм на предприятиях применяются системы пылегазоочистки, которые позволяют эффективно улавливать и нейтрализовать загрязняющие вещества. Рассмотрение данных технологий помогает оценить их эффективность и вклад в повышение экологической безопасности в авиационной промышленности

Ключевые слова: *авиастроение, авиационное стекло, вредные вещества, загрязнение, системы пылегазоочистки*

В связи с развитием авиастроения и стремлением к повышению безопасности и комфорта полетов, остекление самолетов стало одной из ключевых областей инноваций в авиационной промышленности. Современные воздушные суда выполняют рейсы на больших высотах и в условиях экстремальных перепадов температуры и давления, что требует от конструктивных элементов исключительной прочности, устойчивости и долговечности. Прозрачные элементы (лобовые стекла кабины пилотов и иллюминаторы для пассажиров) должны не только выдерживать высокие нагрузки, но и обеспечивать отличную видимость и защиту от ультрафиолета, предотвращая при этом обледенение и запотевание [1].

Производство авиационного стекла — это высокотехнологичный процесс, включающий использование прочных и легких материалов (например, акрила и поликарбоната) и многослойного ламинирования для повышения прочности. Специальные покрытия защищают стекло от ультрафиолета и обледенения, а электрохромные технологии позволяют изменять прозрачность для улучшения видимости [2].

Процесс производства стекла состоит из нескольких стадий.

1. Формирование слоев и ламинирование. Создаются многослойные конструкции, где каждый слой имеет конкретные свойства (например, противоударный или светозащитный). Ламинирование объединяет слои повышая прочность и предотвращая разлет осколков при повреждении.

2. Нанесение защитных покрытий. На поверхность наносятся покрытия для защиты от ультрафиолета, антибликовые слои и электрообогрев для

предотвращения обледенения. Электрохромные покрытия, применяемые в некоторых моделях, позволяют изменять степень прозрачности под воздействием электрического тока.

3. Тестирование и контроль качества. Производство авиационного стекла связано с выбросами различных вредных веществ, которые могут оказывать влияние на окружающую среду и здоровье работников [2, 3]. Основные выбросы возникают на этапах плавки, ламинирования, нанесения покрытий и финишной обработки [3].

При плавлении и формировании стекла выбрасываются углекислый газ (CO_2), оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x) и летучие органические соединения (ЛОС). Эти вещества могут способствовать загрязнению воздуха.

4. Использование химикатов и растворителей. В процессе нанесения специальных покрытий и ламинатов применяются химические вещества, включая органические растворители и смолы. Это может приводить к выбросам летучих органических соединений (ЛОС), которые способствуют загрязнению воздуха.

5. Процессы обработки и резки. На этапе резки и шлифовки могут выделяться частицы пыли, содержащие кварц и другие вещества. Такие микрочастицы, если не улавливаются фильтрами, могут попадать в воздух и представлять опасность для дыхательной системы.

6. Электрохромные покрытия и ламинирование. При производстве многослойного и электрохромного стекла используются полимеры и покрытия, в составе которых могут быть вредные соединения. При термической обработке этих покрытий возможны выбросы токсичных соединений, таких как фенолы и формальдегид.

Для снижения выбросов вредных веществ необходимо применять системы пылегазоочистки. Прежде всего это газоуловители сухого и мокрого типа. При сухом способе используется система из нескольких гидроциклонов, а для мокрой — гидродинамический пылеуловитель. Конструкции этих установок могут быть различными: промышленные пылесосы, циклоны, скрубберы, рукавные фильтры и т. п. Эффективность таких установок варьируется от 95 до 99 %.

Электрофильтры — еще одна система очистки пыли от газов. Принцип работы основан на ионизации и последующем осаждении заряженных частиц. Степень очистки может варьироваться от 97 до 99 %.

Для утилизации образующихся паров кислот, фтористых соединений и других летучих веществ используют скрубберы и абсорберы [4].

Таким образом, эффективные системы фильтрации на производстве авиационного стекла играют важную роль в снижении экологического воздействия и защите окружающей среды. Эти установки улавливают и нейтрализуют вредные вещества, образующиеся в процессе плавки, обработки и нанесения покрытий, предотвращая загрязнение воздуха токсичными газами, микрочастицами и летучими органическими соединениями. Применение современных фильтров и замкнутых систем позволяет не только снизить выбросы вредных веществ, но и минимизировать углеродный след производства.

Литература

- [1] *Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов 2013 2.А.3 Производство стекла*, 2013, 28 с.
- [2] Широков Ю.А. *Экологическая безопасность на предприятии*. Санкт-Петербург, Лань, 2022, 360 с.
- [3] ИТС 5—2015. *Производство стекла: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям*. Москва, Бюро НДТ, 2015.
- [4] Чехов О.С., Назаров В.И., Калыгин В.Г. *Вопросы экологии в стекольном производстве*. Москва, Легпромбытиздат, 1990, 144 с.

Environmental aspects in the introduction of new aircraft glazing technologies

Zhukova J.M.	zjuliam@hotmail.com
Bursina E.A.	bursina.catu@yandex.ru
Zhukov Y.D.	zhukovyad@student.bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This paper examines the key aspects related to the introduction of new aircraft glazing technologies. The production process of glazing is accompanied by the release of harmful substances that can have a negative impact on the environment and the health of workers. To minimize emissions and comply with environmental standards, enterprises use dust and gas purification systems that effectively capture and neutralize pollutants. Consideration of these technologies helps to assess their effectiveness and contribution to improving environmental safety in the aviation industry

Keywords: aircraft engineering, aviation glass, harmful substances, pollution, dust and gas cleaning systems