
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Аксенов Сергей Геннадьевич,

д-р э.н., профессор,

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, РФ, Кафедра "Пожарная
безопасность", г. Уфа

pavel1112w@mail.ru

Сагадиев Камиль Азатович,

студент,

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий, РФ, Кафедра "Пожарная
безопасность", г. Уфа

statiya2023@mail.ru

Аннотация

Обеспечение пожарной безопасности на космических станциях - важный аспект в планировании будущих миссий. Исторические инциденты, такие как пожар на борту космической станции «Мир», говорят о катастрофических последствиях пожара в космосе. Большую роль в повышении безопасности сыграли применяемые инновации – огнестойкие материалы и специальные огнетушители. В статье рассматриваются уроки случившихся инцидентов, кратко обзвываются основные средства пожаротушения и рассматриваются их перспективы.

Ключевые слова: микрогравитация, космический аппарат, пожар, космос.

ENSURING FIRE SAFETY AT SPACE STATIONS

Aksenov Sergey Gennadievich,

Doctor of Economics, Professor,

Ufa University of Science and Technology, Department of Fire Safety

Ufa, Russian Federation

pavel1112w@mail.ru

Sagadiev Kamil Azatovich,

student,

Ufa University of Science and Technology, Department of Fire Safety

Ufa, Russian Federation

statiya2023@mail.ru

ABSTRACT

Ensuring fire safety in spacecraft is an important aspect in planning future missions. Historical incidents, such as a fire on board the Mir space station, speak of the catastrophic consequences of a fire in space. Innovations used – fire-resistant materials and special fire extinguishers – played a major role in improving safety. The article examines the lessons of the incidents that occurred, briefly reviews the main fire extinguishing means and discusses their prospects.

Keywords: microgravity, spacecraft, fire, space.

Актуальность:

Пожар в космосе – парадокс, при этом смертельно опасный. Даже несмотря на то, что в вакууме нет атмосферного кислорода для поддержания огня, космические аппараты сделаны из легковоспламеняющихся материалов и содержат обогащенную кислородом среду, что повышает риск возникновения пожара. Российские исследователи из ВНИИПО (Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны) внесли значительный вклад в повышение пожарной безопасности космических полетов [1].

Цель исследования:

В космосе поведение огня значительно меняется из-за уникальных условий микрогравитации. Микрогравитация относится к среде, в которой воздействие силы тяжести значительно ослаблено, что приводит к незначительному ускорению. Это явление приводит к отличительным особенностям поведения пламени. Например, языки пламени в условиях микрогравитации имеют тенденцию принимать сферическую форму, а не удлиненную мерцающую форму, обычно наблюдаемую на Земле. Это сферическое образование возникает из-за того, что отсутствие плавучести препятствует подъему горячих газов, что является основным фактором, определяющим форму и поведение пламени на нашей планете. Следовательно, пламя в космосе горит медленнее, что приводит к неполному сгоранию. Это необычное поведение при горении было впервые задокументировано во время пожара на борту космической станции "Мир", где исследователи наблюдали, что пламя распространяется по-разному, а дым рассеивается неожиданным образом, что затрудняет усилия по обнаружению пожара [2].

Динамика распространения дыма также изменяется в условиях микрогравитации. Вместо того, чтобы подниматься вверх, как это происходит на Земле, дым рассеивается по всей площади отсека. Это рассеивание может ухудшить видимость и затруднить раннее обнаружение пожаров, что создает значительные риски для безопасности астронавтов. В результате для эффективного обнаружения побочных продуктов сгорания необходимы специализированные датчики. Эти датчики должны быть способны идентифицировать побочные продукты горения (словенский термин, обозначающий горение) даже при отсутствии традиционных визуальных сигналов [3]. Понимание этих различий имеет решающее значение не только для обеспечения безопасности на борту космических аппаратов, но и для улучшения выбора материалов для будущих полетов к таким объектам, как Марс. На Международной космической станции (МКС) были проведены такие исследовательские инициативы, как "Горение и подавление твердых частиц", направленные на изучение того, как различные материалы воспламеняются и горят в условиях микрогравитации, что дает ценную информацию о поведении при пожаре, которая может послужить основой для протоколов безопасности и выбора материалов для длительных космических полетов [3][6].

Российские космические программы находятся на переднем крае инноваций в области разработки огнестойких материалов и надежных систем обнаружения пожара,

которые имеют решающее значение для обеспечения безопасности в уникальной космической среде. Данные программы направляют значительные ресурсы и опыт на решение двух основных аспектов пожарной безопасности на космических аппаратах: во-первых, использование современных огнестойких материалов, которые могут эффективно выдерживать высокие температуры и противостоять возгоранию, и, во-вторых, постоянный мониторинг атмосферных условий внутри космического аппарата. Такая двойная направленность необходима для предотвращения потенциальной пожарной опасности и поддержания безопасных условий для астронавтов во время их полетов, тем самым повышая общий успех миссии и безопасность экипажа.

Например, после трагического пожара на «Аполлоне-1», когда в огне заживо сгорел весь экипаж, российские инженеры стали отдавать предпочтение материалам, способным противостоять воспламенению даже в обогащенной кислородом среде. Станция «Мир» и произведенные после нее российские космические корабли использовали эти наработки для снижения риска пожара. Также в наших кораблях, включая «Союз» и отечественные модули МКС, тщательно контролируется уровень содержания кислорода в воздухе. Это позволяет свести риски возникновения очага пожара к минимуму, не нанося ущерб жизнеобеспечению [4].

Пожар на борту орбитальной станции «Мир» в 1997 году продемонстрировал первоочередную важность подготовки экипажа. Пожар возник в результате возгорания генератора кислорода, и продолжался 14 минут.

Густой дым, образовавшийся в результате пожара, значительно ухудшил видимость, создав сложную обстановку, в которой экипажу было трудно ясно видеть и комфортно дышать. В ответ на эту опасную ситуацию экипаж использовал специально разработанные российскими инженерами огнетушители, которые предназначены для эффективного использования в уникальных условиях космоса. Чтобы еще больше обезопасить себя во время тушения пожара, они надели специальные дыхательные маски, способные обеспечить непрерывную подачу кислорода на срок до двух часов. Данные маски служили необходимыми средствами индивидуальной защиты, гарантируя, что экипаж мог безопасно перемещаться по задымленной зоне во время тушения пожара и обеспечения своей безопасности [5].

Результаты и их обсуждение:

Отечественные инженеры разработали уникальные средства для борьбы с пожаром в условиях микрогравитации. Ярким примером служит огнетушитель ОСП-4: разработанный для использования в космосе, он распыляет пену и мелкодисперсный аэрозоль, значительно уменьшая количество огненных частиц. Эффективность была доказана в ходе учений и реальных инцидентов.

Для предотвращения удушья и обеспечения лучшей видимости во время аварийных ситуаций вентиляционные системы российских космических кораблей оснащены фильтрами, быстро удаляющими дым. Это улучшает жизнеобеспечение экипажа [6].

Продолжают улучшаться системы обнаружения пожара, чтобы соответствовать требованиям космических миссий. На кораблях случается так, что продукты горения начинают выделяться до появления видимого дыма. Чтобы избежать негативных последствий такого сценария, в российских модулях МКС используются анализаторы атмосферы, реагирующие на появление угарного газа [7].

В будущем планируются многочисленные полеты на Луну и Марс, поэтому пожарная безопасность остается важным направлением космической программы. Проводятся разработки автономных систем пожаротушения. Предполагается, что управлять ими будет искусственный интеллект. Он будет производить обнаружение и локализацию пожара без человеческого вмешательства. Разрабатываются огнестойкие материалы, способные к самозатуханию. Также проводятся моделирование и симуляции ситуаций, которые могут

возникнуть при пожаре на космических аппаратах. В таких случаях выживание экипажа из разных стран зависит от согласованности действий каждого отдельного человека.

Выводы:

Таким образом, пожароопасные ситуации в космосе имеют отличия от ситуаций, возникающих на Земле. Основными факторами, усложняющими тушение очага возгорания, являются стесненность пространства и условия микрогравитации. Экипажу в таких условиях приходится действовать зачастую еще быстрее, чем пожарным на Земле. Отечественные научные разработки действительно облегчают условия пребывания на околоземной орбите. Для будущих полетов к дальним планетам необходимо учитывать имеющийся опыт и постоянно продолжать разработку новых средств тушения пожара и проводить исследования в этой области. Серьезность этих задач подчеркивает то, что на кону не только очень дорогие космические аппараты, но и жизнь людей, находящихся на них.

Список литературы:

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. 2022. №9. С. 41-43.
2. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. К вопросу об управлении силами и средствами на пожаре // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2020): Материалы II Международной научно-практической конференции. - Уфа: РИК УГАТУ, 2020. - С. 124-127.
3. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Чем и как тушат пожар // Современные проблемы безопасности (FireSafety 2020): теория и практика: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. - Уфа: РИК УГАТУ, 2020. - С. 146-151.
4. Пожарная безопасность космоса [Электронный ресурс] URL: <https://вдпо.рф/blog/post/pozharnaya-bezopasnost-kosmosa> (Дата обращения 26.12.2024).
5. Пожар в космосе. Как это было! [Электронный ресурс] URL: <https://вдпо.рф/blog/post/pozhar-v-kosmose-kak-eto-bylo> (Дата обращения 26.12.2024).
6. Спасли ли наши жизни исследования космоса? [Электронный ресурс] URL: <https://az.fire-tec.ru/2022/06/24/spasli-li-nashi-zhizni-issledovaniya-kosmosa-ognezashchita-v-kosmose/> (Дата обращения 26.12.2024).
7. Малина Е. А., Якимова Н. В. Пожарная безопасность космических аппаратов // Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции творческой молодежи «Актуальные проблемы авиации и космонавтики». – Красноярск: Изд. СибГУ имени академика М. Ф. Решетнёва 2013 – С. 248-250.

References:

1. Aksenov S.G., Kurochkina A.S., Gubaidullina I.N. Analysis and assessment of the consequences of emergency situations related to fires at industrial enterprises. Truck. 2022. No. 9. pp. 41-43.
2. Aksenov S.G., Sinagatullin F.K. How and how to extinguish a fire // Modern security problems (FireSafety 2020): theory and practice: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Ufa: RIK UGATU, 2020. pp. 146-151.

3. Aksenov S.G., Sinagatullin F.K. On the issue of managing forces and means in a fire // Problems of ensuring safety (Safety 2020): Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. Ufa: RIK UGATU, 2020, pp. 124-127.
4. Fire safety of space [Electronic resource] URL: <https://вдпо .Russian Federation/blog/post/pozharnaya-bezopasnost-kosmosa> (Accessed 12/26/2024).
5. Fire in space. How it was! [Electronic resource] URL: <https://вдпо .rf/blog/post/pozhar-v-kosmose-kak-eto-bylo> (Accessed 12/26/2024).
6. Did space exploration save our lives? [Electronic resource] URL: <https://az .firetec.ru/2022/06/24/spasli-li-nashi-zhizni-issledovaniya-kosmosa-ognezashchita-v-kosmose/> (Accessed on 12/26/2024).
7. Malina E. A., Yakimova N. V. Fire safety of spacecraft // Proceedings of the IX All-Russian scientific and practical conference of creative youth "Actual problems of aviation and cosmonautics". Krasnoyarsk: Publishing House of SibGU named after Academician M. F. Reshetnev, 2013– pp. 248-250.