

УДК 331.45 : 001.891.5

**Обзор возможных вредных и опасных факторов при сборке и  
наладке опытных образцов оборудования и стендовых установок в  
процессе выполнения научной работы**

<sup>1,2</sup>Систук М.В., <sup>1</sup>студент гр. БГс-171, V курс, <sup>2</sup>техник  
Научный руководитель: <sup>1,2</sup>Никитенко М.С., к.т.н., <sup>1</sup>зав. лабораторией, <sup>2</sup>доцент  
<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского  
отделения Российской академии наук»,  
<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кузбасский государственный технический  
университет имени Т.Ф. Горбачева»  
г. Кемерово

**Аннотация.** В статье рассмотрена специфика трудовой деятельности, включающей, в том числе обязанности по сборке и наладке опытных образцов оборудования и стендовых установок в процессе выполнения НИР и ОКР, идентифицированы возможные вредные и опасные факторы на рабочем месте в зависимости от выполняемого вида работ и предложены средства индивидуальной и коллективной защиты для создания безопасных условий труда, предотвращающих возможное возникновение несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

**Ключевые слова:** научно-исследовательская работа, опытно-конструкторская работа, охрана труда, безопасность, вредный фактор, опасный фактор, средства индивидуальной защиты.

При оценке статистики производственного травматизма в России до 2021 г. прослеживается уменьшение его показателей по материалам общероссийского мониторинга условий и охраны труда [1], однако несчастные случаи в процессе трудовой деятельности до сих пор имеют место быть.

Травмирование персонала в процессе трудовой деятельности может произойти вследствие совокупности психофизиологических, организационных и технических причин. Таким образом, анализ негативных факторов и комплексный подход организации рабочего пространства помогут уменьшить вероятность несчастных случаев.

Объектом исследования являются условия труда на рабочем месте в рамках выполнения научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских (ОКР) работ, а предметом – возможные вредные и опасные факторы на рабочем месте.

Для обзора поставлены следующие основные задачи:

- ознакомиться со спецификой выполнения прикладных научно-исследовательских работ;
- идентифицировать возможные вредные и опасные факторы на рабочем месте;
- оценить безопасность труда при выполнении НИР и ОКР;
- предложить средства индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с возможными вредными и опасными факторами и действующей нормативной документацией.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Основываясь на практике выполнения прикладных и поисковых научных работ, разработка, сборка и наладка опытных образцов оборудования и стендовых установок являются неотъемлемой частью трудового процесса и обычно включают в себя следующее:

- паяльные электротехнические работы с применением ручных паяльников и паяльных станций;
- работы с 3D принтерами, работающими по технологиям FDM (FFF, PJP), пластиками PLA и ABS, а также SLA-технологии фотополимерной смолами;
- работы с настольными фрезерами (при обработке печатных плат, небольших полимерных и иных деталей).

Также сборка и наладка стендовых установок не обходится без:

- выполнения сборочных работ: закрепления измерительной и иной аппаратуры, гидро-, пневмо- и электрооборудования, иных работ, связанных с монтажом, демонтажом деталей, узлов разъёмными и неразъёмными способами;
- перемещения деталей и элементов вручную с соблюдением норм тяжести, применения средств малой механизации (домкратов, гидравлических тележек (рохлей), гидравлического подкатного крана и пр.);
- покрасочных работ;
- слесарных и иных работ с металлом: резки и шлифования металла ручным электроинструментом, сверления отверстий и пр.

Поскольку вышеуказанные работы в процессе сборки и наладки опытных образцов оборудования и стендовых установок могут являться источниками возникновения (формирования) вредных и опасных факторов производственной среды, далее они рассмотрены более детально.

При паяльных электротехнических работах с применением ручных паяльников и паяльных станций возможно присутствие следующих вредных факторов – неблагоприятные параметры микроклимата; повышенная загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ. Также возможно присутствие следующих опасных факторов – повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента; повышенное значение напряжения в электрической цепи; брызги припоев и растворов; опасность возникновения пожара [2].

В процессе работы на паяльной станции могут добавиться такие вредные факторы, как повышенный уровень электромагнитного излучения от неэкранированных индукторов, трансформаторов, конденсаторов; повышенный уровень ультразвука; ультрафиолетового излучения во время выполнения пайки [3].

Чтобы минимизировать эффект опасных факторов, применяют следующие средства индивидуальной защиты: костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, фартук из полимерных материалов с нагрудником, перчатки с полимерным покрытием, очки защитные, средство индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующее или изолирующее) [4].

В процессе работы 3D принтера, возможно наличие таких вредных факторов как шум, температура, при плавлении материала ABS неизбежно происходят испарения исходного вещества, выделяются ультрадисперсные частицы (наночастицы) [5].

В основном их идентификацию и замеры проводят при специальной оценке условий труда (СОУТ) [6]. ABS-пластик – акрилонитрил бутадиен стирол не токсичен в нормальных условиях. Согласно данным [5], при температуре около +400 °С акрилонитрил бутадиен стирол частично распадается на мономеры, соответственно бутадиен, стирол и акрилонитрил. В государственных нормативно правовых актах РФ ПДК этого вещества в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны пока не установлена.

Бутадиен – газ с характерным неприятным запахом, класс опасности 4, ПДК<sub>крз</sub> = 100 мг/м<sup>3</sup> [5]. На организм не оказывает опасного влияния.

Стирол – бесцветная жидкость с резким запахом ПДК<sub>крз</sub> = 30 мг/м<sup>3</sup>, 2 класс опасности [15]. Может вызывать как острые реакции, так и хронические заболевания печени, почек, кровеносной системы [5].

Акрилонитрил – летучая жидкость с резким запахом миндаля, класс опасности 2, ПДК<sub>крз</sub> = 0,5 мг/м<sup>3</sup> [5]. Оказывает опасное влияние на организм человека. При попадании в организм вызывает головную боль, головокружение, слабость, тошноту, рвоту, потливость, понижение температуры тела, судороги, потерю сознания [4].

Для оценки возможной степени опасности, рассмотрим самые неблагоприятные условия – это отсутствие вентиляции. В литературе [5] представлен аналитический расчёт возможных вредных веществ, выделяющихся при плавлении пластика во время печати. Рассчитаем ПДК опасного мономера в воздухе рабочей зоны, какое количество пластика ABS при печати необходимо, чтобы его достичь [5]. Расчет массы газообразного акрилонитрила в (мг) максимально допускаемого в рассматриваемой комнате может быть произведен по формуле:

$$\text{ПДК} \times V = m_1, \quad (1)$$

где ПДК – предельно допустимая концентрация акрилонитрила равная  $0.5 \text{ мг/м}^3$  (все расчеты проведены в пересчете на 1 час);  $V$  – объем комнаты в  $\text{м}^3$ .

Для расчета примем:  $\text{ПДК}_{\text{рз}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$ , объем комнаты в  $19,2 \text{ м}^3$ , тогда масса составляет  $9,75 \text{ мг}$  газообразного акрилонитрила максимально допускается в нашей комнате.

Далее по формуле (2) вычисляем какую массу ABS-пластика содержит в себе  $9,75 \text{ мг}$  акрилонитрила. Масса ABS-пластика, которая содержит в себе  $9,75 \text{ мг}$  акрилонитрила можно посчитать по выражению:

$$m_1 \times 0,001\% = m_2, \quad (2)$$

где  $0,001\%$  – это остаточное содержание акрилонитрила в грануляте обычного ABS (по данным гигиенических сертификатов российских заводов-производителей).

Далее находим, какая масса ABS пластика содержит в себе  $12,5 \text{ мг}$  акрилонитрила:  $9,75 / 0,001\% = 9,75 / 0,00001 = 975\,000 \text{ мг}$ , что равняется  $975 \text{ г}$  или  $0,975 \text{ кг}$ .

Таким образом, делаем вывод: для достижения ПДК акрилонитрила в комнате объемом  $19,2 \text{ м}^3$  нам нужно перерабатывать/печатать  $0,975 \text{ кг}$  ABS пластика в час, что значительно превышает нормальный расход пластика в час при печати. При стандартном температурный режим разогрева сопла печати около  $+200 \text{ }^\circ\text{C}$ , концентрация выделяемых веществ будет заметно меньше.

При работе с 3D принтером помещение оборудуется системой вентиляции или хорошим проветриванием, иногда устанавливают местный отсос, также необходимо обращать внимания на резкие запахи.

При работе с настольными фрезерами, вероятно наличие таких опасных факторов, как: мелкая стружка; отлетающие кусочки металла, пластика и других материалов; высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента. А также стандартные риски работы, связанные с использованием электрооборудованием и присвоением соответствующей группы по электробезопасности [7].

Снизить отрицательные факторы до предельно допустимой концентрации и приемлемого риска поможет применение: костюма для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; щиток защитный лицевой или очки защитные; средство индивидуальной защиты органов дыхания, фильтрующее; фартук из полимерных материалов с нагрудником [4].

При монтаже, демонтаже деталей и узлов, с применением слесарного инструмента, а также гидро-, пневмо- и электрооборудования, встречаются такие опасные факторы, как: движущиеся механизмы, оборудование и их узлы; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, инструменты; шероховатости, заусенцы, острые кромки их поверхностей и другие возможные факторы, связанные с использованием электрооборудованием [8].

Для защиты от механического воздействия применяют средства индивидуальной защиты рук [9].

При работе с резкой и шлифовкой металла ручным электроинструментом, работник может столкнуться с опасными факторами: движущиеся механизмы, оборудование и их узлы, шероховатости, заусенцы, острые кромки их поверхностей и повышенное значение напряжения в электрической цепи. И вредными – это неблагоприятный микроклимат, токсические и раздражающих химические вещества, проникающие в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки; повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте; повышенная температура поверхности изделия, оборудования, инструмента [10]. Для уменьшения влияния данных факторов применяются: респиратор, защитные очки (лицевые щитки), наушники (беруши), перчатки [4].

Перемещение деталей и элементов вручную, а также с применением средств малой механизации. Риск проявления опасных факторов: движущиеся механизмы, оборудование и их узлы; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы, инструменты; шероховатости, заусеницы, острые кромки их поверхностей [11]. Для предупреждения негативных последствий опасного фактора, применяют перчатки для защиты рук [9].

Во время покрасочных работ могут наблюдаться: неблагоприятные параметры микроклимата; вредные вещества в лакокрасочных материалах и других рабочих составах, действующих на работников через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров и слизистые оболочки органов зрения и обоняния [12].

Средства индивидуальной защиты при покрасочных работах: костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; фартук из полимерных материалов с нагрудником; головной убор; перчатки с полимерным покрытием; перчатки с точечным покрытием; щиток защитный лицевой или очки защитные; средство индивидуальной защиты органов дыхания, фильтрующее [4].

В случае наличия сварочного поста, основные вредные факторы, которые могут оказать влияние на служащего при электрогазосварочных работах: твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля; интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне; интенсивное тепловое (инфракрасное) излучение свариваемых изделий и сварочной ванны; электромагнитные поля; ультразвук, шум и опасные факторы – искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака [13].

С целью профилактики воздействия от вредных и опасных факторов применяют: костюм для защиты от искр и брызг расплавленного металла; ботинки (сапоги) кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла; перчатки с полимерным (точечным) покрытием; перчатки для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла; диэлектрические боты (галюши), перчатки; щи-

ток защитный термостойкий со светофильтром или очки защитные термостойкие со светофильтром; очки защитные; средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее или изолирующее [4].

Кроме того, следует отметить общие принципы безопасности перед каждым видом работ. Нейтрализовать или уменьшить вредные и опасные факторы производственной среды и трудового процесса помогают средства индивидуальной и коллективной защиты. Перед началом работ необходимо выполнить базовые правила безопасности: привести в порядок и надеть спецодежду и другие установленные для данного вида работ средства индивидуальной защиты. Волосы убраны. Кольца и другие ювелирные украшения следует снять [14].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Специфика НИР и ОКР не ограничивается только работой за компьютером, профессиональная научная деятельность может включать в себя процессы, которые могут стать источником вредных и опасных факторов. Мероприятия по их идентификации и оценке уровня воздействия на работника с учетом отклонения фактических значений вредных факторов от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников определяются при специальной оценке условий труда. Подробный анализ возможных вредных и опасных факторов на рабочем месте позволяет принять превентивные меры по их предотвращению или снижению их влияния на организм.

## Список литературы:

1. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2020 году [электронный ресурс] – Режим доступа: [https://vcot.info/uploads/researches\\_file/619cbdc415951343985474.pdf](https://vcot.info/uploads/researches_file/619cbdc415951343985474.pdf) (дата обращения: 1.03.2022)
2. Инструкция по охране труда при выполнении паяльных работ [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ohranatruda.of.by/instruktsiya-po-okhrane-truda-pri-vypolnenii-payalnykh-rabot.html> (дата обращения: 05.03.2022).
3. Инструкция по охране труда при работе паяльной станцией нагрева [электронный ресурс] – Режим доступа: [Инструкция по охране труда при работе паяльной станцией нагрева XR TRONIX 850D \(xn-----7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai\)](https://xn-----7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai) 99 (дата обращения: 28.02.2022).
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 9 декабря 2014 г. N 997н.
5. Потенциальные опасности 3D-принтера [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.3dpulse.ru/news/rashodnye-materialy/potentsialnye-opasnosti-3d-printera-chast-2-rashodnye-materialy/> (дата обращения: 19.02.2022).
6. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 27.04.2020).
7. Фрезерование: опасности и вредные факторы [электронный ресурс] – Режим доступа: [ФРЕЗЕРОВАНИЕ: ОПАСНОСТИ И ВРЕДНЫЕ](#)

[ФАКТОРЫ - Успехи современного естествознания \(научный журнал\) \(natural-sciences.ru\)](https://natural-sciences.ru) (дата обращения: 07.03.2022).

8. Инструкция по охране труда для слесаря строительного [электронный ресурс] – Режим доступа [Инструкция по охране труда для слесаря строительного \(xn-----7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai\)](#) (дата обращения: 3.03.2022).

9. ГОСТ EN 388-2019 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты рук.

10. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 г. № 887н.

11. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 октября 2020 года N 753н

12. Приказ Министерство труда и социальной защиты РФ от 2 декабря 2020 года № 849н.

13. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 884н.

14. Система стандартов безопасности труда одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.