

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

^{1,2}Систук М.В., ¹студент гр. БГс-171, V курс, ²техник

Научный руководитель: ^{1,2}Никитенко М.С., к.т.н., ¹зав. лабораторией, ²доцент

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского
отделения Российской академии наук»,

²Федеральное государственное 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, ПДКрз = 100 мг/м³ [5]. На организм не оказывает опасного влияния.

Стирол – бесцветная жидкость с резким запахом ПДКрз = 30 мг/м³, 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, ПДКрз = 0,5 мг/м³ [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 $0.5\text{ мг}/\text{м}^3$ (все расчеты проведены в пересчете на 1 час); V – объём комнаты в м^3 .

Для расчета примем: ПДК_{рз} = $0.5\text{ мг}/\text{м}^3$, объём 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 г или $0,975\text{ кг}$.

Таким образом, делаем вывод: для достижения ПДК акрилонитрила в комнате объёмом $19,2\text{ м}^3$ 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 внимание 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 пользованием электрооборудованием и присвоением соответствующей группы по электро-безопасности [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 пользованием 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 раздражающие 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, заусенцы, 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 подносок 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 (галоши), 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 (дата обращения: 1.03.2022)
2. Инструкция по охране труда при выполнения 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 \(xn-----7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai\) 99](https://www.3dpulse.ru/news/rashodnye-materialy/potentsialnye-opasnosti-3d-printera-chast-2-rashodnye-materialy/) (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](https://www.3dpulse.ru/news/rashodnye-materialy/potentsialnye-opasnosti-3d-printera-chast-2-rashodnye-materialy/)

[ФАКТОРЫ - Успехи современного естествознания \(научный журнал\) \(natural-sciences.ru\)](http://ФАКТОРЫ - Успехи современного естествознания (научный журнал) (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 \(xn-----7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai\)](http://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.