

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ФИБРОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ И СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Жлоба М. М., Чавлытко М. П.

Научный руководитель: к. м. н., доцент Семёнов И. П.

Белорусский государственный медицинский университет,  
кафедра гигиены труда  
г. Минск

**Ключевые слова:** аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, марганец.

**Резюме:** Производство железобетонных конструкций и изделий является сложным, многоступенчатым технологическим процессом. По результатам лабораторных исследований наиболее распространенными веществами, поступающими в воздух рабочей зоны, являются аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и сварочный аэрозоль, содержащий марганец.

**Resume:** The production of reinforced concrete structures and products is a complex, multistage technological process. According to the results of laboratory studies, the most common substances entering the air of the working zone are fibrogenic dust and a welding aerosol containing manganese.

**Актуальность.** Железобетон представляет собой композиционный строительный материал, который состоит из бетона и стали. Изделия из данного материала имеют ряд качественных характеристик (длительный срок эксплуатации, пожаростойкость, выносливость динамических и статических нагрузок, биологическую и химическую устойчивость), позволяющих использовать их в современном жилищном и промышленном строительстве. В нашей республике сборные железобетонные конструкции (перекрытия, балки, стеновые панели и так далее) применяют во многих сферах строительства. При этом, работники на производстве железобетонных изделий подвергаются одновременному воздействию производственных факторов различной природы, среди которых особую роль представляют аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и сварочный аэрозоль, содержащий марганец. Указанные производственные факторы в зависимости от интенсивности их выраженности и времени воздействия могут оказывать значительное неблагоприятное влияние на состояние здоровье работающих.

**Цель:** обоснование и разработка профилактических мероприятий по предупреждению неблагоприятного влияния АПФД и соединений марганца на работников, занятых в типичном технологическом процессе производства железобетонных конструкций.

**Задачи:** 1. Изучить особенности технологического процесса производства железобетонных конструкций; 2. Оценить содержание АПФД, сварочного аэрозоля, содержащего марганец, в воздухе рабочей зоны и при необходимости предложить профилактические мероприятия.

**Материал и методы.** Для изучения особенностей технологического процесса

использовался метод санитарного описания производственных объектов с выделением наиболее характерных этапов и операций на трёх предприятиях города Минска, характеризующихся типичным технологическим процессом по выпуску железобетонных конструкций. Для ретроспективного анализа распространенности содержания в воздухе рабочей зоны АПФД и соединений марганца в сварочном аэрозоле использованы материалы санитарно-гигиенического контроля химических факторов производственной среды за 2013-2015 годы на трёх предприятиях данного технологического профиля. Выкопировка данных проводилась из протоколов лабораторных исследований, полученных при выборочном лабораторном контроле (государственный санитарный надзор), аттестации рабочих мест, из протоколов измерений по планам-графикам промышленного предприятия (производственный контроль).

**Результаты и их обсуждение.** Были проанализированы технологические процессы по производству железобетонных конструкций и изделий на трёх предприятия, расположенных в городе Минске и имеющих типичные для данного профиля технологические операции. Общая численность работников на данных предприятиях составила 679 человек (2014 год).

Вне зависимости от вида и назначения выпускаемых на данных предприятиях изделий в технологии производства железобетона на выбранных для исследования предприятиях выделяют следующие общие основные характерные стадии или операции:

- изготовление и подготовка форм (формы изготавливают из стали, древесины или пластмасс; при многократном использовании для изготовления каждого последующего изделия формы подготавливают, т.е. собирают, очищают от прилипших остатков бетонной смеси и обрабатывают специальным составом (водомасляной эмульсией), препятствующим прилипанию бетонной смеси к форме);

- изготовление и подготовка арматуры (подбираются стержни и проволока требуемого диаметра, очищаются от окалины и ржавчины, режутся на заданные мерные длины, выпрямляются или изгибаются в зависимости от конструкции изделия и скрепляются сваркой или с помощью монтажных петель, хомутов и др., формируя арматурный каркас или сетку; на поверхность арматуры наносится антикоррозионная обмазка);

- приготовление бетонной смеси (проводится дозировка исходных сыпучих и других материалов, их перемешивание в бетоносмесителях непрерывного или периодического действия с принудительным или гравитационным (при свободном падении смеси) перемешиванием);

- установка арматуры в подготовленные формы;

- формование изделия (укладка бетонной смеси в форму, ее уплотнение и выравнивание поверхности изделия для равномерного (без воздушных пузырей) заполнения всего объема формы; далее проводится уплотнение бетонной смеси вибрированием, прессованием, прокаткой или сочетанием вышеперечисленных

методов (вибропрессование));

- твердение железобетонного изделия (от нескольких часов до нескольких суток);
- тепловлажностная обработка изделий (при нормальном давлении и температуре 80-100 °С - пропаривание в камерах, контактный обогрев, электроподогрев и др.; и при повышенном давлении и температуре 170-200 °С - автоклавная обработка и др.);
- выемка готового изделия (с помощью грузоподъемных механизмов при полной или частичной разборке формы);
- отделка поверхности железобетонного изделия (облицовка керамической плиткой, мраморной крошкой, боем стекла и др., шпатлевание или покраска).

Технологические процессы на разных этапах характеризуются воздействием на рабочих производственных факторов различной продолжительности и интенсивности: шума и вибрации, неблагоприятного микроклимата, ультрафиолетового излучения, видимого яркого света, вредных химических веществ, выраженных физических нагрузок.

Для оценки содержания в воздухе рабочей зоны АПФД и марганца в сварочном аэрозоле были проанализированы результаты лабораторных исследований воздуха рабочей зоны за 2013-2015 годы на трех предприятиях данного профиля, расположенных в городе Минске (таблица). Содержание химических веществ в воздухе рабочей зоны оценивалось в соответствии с требованиями действующего гигиенического норматива [2].

Таблица 1. Результаты контроля воздуха рабочей зоны за 2013-2015 гг.

Год	Исследования вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны		Марганец в сварочном аэрозоле		АПФД	
	всего проб	из них нестандартных*, абсолютное значение (%)	всего проб	из них нестандартных*, абсолютное значение (%)	всего проб	из них нестандартных*, абсолютное значение (%)
2013	360	12 (3,00 %)	120	-	162	6 (3,70 %)
2014	318	10 (3,14 %)	80	-	120	6 (5,00 %)
2015	346	6 (1,73 %)	96	-	148	3 (2,02 %)
2013 - 2015	1024	28 (2,73 %)	296	-	430	15 (3,49 %)

\* превышение гигиенического норматива

Для оценки гигиенической ситуации на предприятиях по производству железобетонных изделий нами были проанализированы общее количество отобранных проб на содержание химических веществ в воздухе рабочей зоны, удельный вес нестандартных проб в целом по всем химическим веществам и в частности – на выбранные нами для анализа АПФД и марганец в сварочном

аэрозоле.

Всего за анализируемый промежуток времени на трех предприятиях было отобрано 1024 пробы на содержание вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны. При этом за 3 года количество нестандартных проб (с превышением гигиенического норматива – предельно допустимой концентрации (ПДК)) составило в абсолютном выражении 6-12, что соответствует незначительному удельному весу от общего количества отобранных проб: 3,14 % в 2013, 1,73 % в 2014 и 2,73 % в 2015 году. Среднемноголетний удельный вес нестандартных проб составил 2,73% за трехлетний период наблюдения.

Следует отметить, что за период наблюдения 28,9 % проб было отобрано для определения содержания марганца в сварочном аэрозоле, 42 % - на содержание АПФД. Таким образом, удельный вес всех проб на АПФД и сварочный аэрозоль составил более 70 %. Это свидетельствует о широком распространении указанных веществ на различных рабочих местах при выполнении большого количества технологических операций и позволяет отнести их к наиболее распространенным, то есть характерным для предприятий по производству железобетонных изделий, что еще раз подчеркивает обоснованность нашего выбора АПФД и сварочного аэрозоля, содержащего марганец, для анализа.

Пробы с превышением гигиенического норматива по марганцу в сварочном аэрозоле не регистрировались за анализируемый период. Это свидетельствует об эффективности проводимых технологических и санитарно-технических мероприятий, направленных на снижение поступления сварочного аэрозоля, содержащего марганец, в воздух рабочей зоны предприятий.

Пробы с превышением гигиенического норматива по АПФД ежегодно регистрировались. Обращает внимание, что их удельный вес в общем количестве нестандартных проб за период наблюдения составил 50% и более: 2013 – 50 %, 2014 – 60%, 2015 – 50%. Среднемноголетний удельный вес проб с превышением гигиенического норматива АПФД составил 53,3%. Это свидетельствует о гигиеническом неблагополучии в отношении содержания в воздухе рабочей зоны промышленной пыли на предприятиях по производству железобетонных конструкций и изделий, следовательно, диктует необходимость проведения профилактических мероприятий, направленных на пылеподавление и защиту организма работающих от воздействия АПФД (органов дыхания, кожи и др.) [1].

Учитывая особенности технологического процесса и используемого оборудования, агрегатного состояния сырья и полуфабрикатов, наличия превышений гигиенического норматива для АПФД, нами были предложены следующие технологические и санитарно-технические профилактические мероприятия: максимально возможная герметизация технологического и транспортного оборудования и устройство специальных укрытий у всех мест пылеобразования; увлажнение материалов, где это допустимо водой или специальными гигроскопическими веществами; устройство аспирации (вытяжной вентиляции) с эффективной очисткой воздуха перед выбросом в атмосферу; применение регулярной беспыльной уборки помещений и оборудования от осевшей пыли; устройство общеобменной вентиляции с рациональным

воздухораспределением; для индивидуальной защиты работающих от высокой концентрации пыли рекомендуются респираторы с маркировками Ф-45, Ф-46, герметичные защитные очки закрытого типа и спецодежда из пыленепроницаемой ткани.

**Выводы:** 1. Производство железобетонных конструкций и изделий является сложным, многоступенчатым технологическим процессом, характеризующимся воздействием на работающих производственных факторов различной природы и интенсивности; 2. На предприятиях по производству железобетонных конструкций города Минска, включенным в исследование, наиболее распространенными веществами, поступающими в воздух рабочей зоны являются АПФД и сварочный аэрозоль, содержащий марганец; 3. Особенности организации технологического процесса, конструкционные особенности оборудования и использования сыпучих материалов в качестве сырья приводят к интенсивному поступлению и превышению гигиенических нормативов АПФД, в то время как поступление марганца со сварочным аэрозолем происходит в концентрациях, не превышающих ПДК; 4. Для снижения неблагоприятного влияния АПФД на состояние здоровья работающих необходимо проведение технологических и санитарно-технических профилактических мероприятий.

#### Литература

1. Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденный постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 11.10.2017 №92.
2. Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 11.10.2017 №92.