

Рослый О.Ф., Федорук А.А., Слышкина Т.В., Устьянцев С.Л.

Предварительная оценка профессионального риска для здоровья работающих на сверхмощных электролизерах алюминия

ФБУН «Екатеринбургский медицинский - научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург

Rosly O.F., Fedoruk A.A., Slyshkina T.V., Ustiancev S.L.

Avaluation of occupational risks for health of worken in the production of electrolyzis of aluminium

Резюме

Ведущими факторами профессионального риска в производстве алюминия являются фтористые соединения (гидрофторид и соли фтористоводородной кислоты), бенз(а)пирен, диалюминий триоксид, диоксид серы, оксид углерода, неблагоприятный микроклимат, шум, вибрация, постоянные электромагнитные поля, физическое и психоэмоциональное перенапряжение. Дана оценка новой технологии производства алюминия на сверхмощных электролизерах силой тока 330 кА. Показано, что условия труда на рабочих местах электролизника и рамщика соответствуют классу вредности 3.2, крановщика – классу вредности 3.1 с предполагаемым профессиональным риском категории 1Б.

Ключевые слова: электролиз алюминия, сверхмощные электролизеры с предварительно обожженными анодами, условия труда, профессиональный риск

Summary

The leading causes of professional risk in aluminium industry are the spholous: hydrofluoride and it,s compounds, aluminium compounds, sulfure dyoxide, carbone oxide. Besides this they are such causes as infavorable microclimate, industrial noise, locale and common vibration, electromagnetic radiation, hard physical trade, hard stress. This article give the estimation for the new tecnology in aluminium industry: aluminium manufacture with new electroliser, wich has actual power 330 kA. The condishions of job are corespondent as 3.2 type of occupation hazzards on the works places electrolises workes and 3.1 type of occupation hazzards on the works places crane workes with prospective occupational risk as type 1B.

Keywords: aluminium industry, electrolysis, occupational risk

Введение

Из множества профессиональных факторов риска, воздействующих на рабочих в электролизных цехах алюминневых заводах, следует выделить: неорганические соединения фтора и фтористоводородной кислоты; полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), в том числе бенз(а)пирен, пыль сложного химического состава, обладающую фиброгенным, токсическим, канцерогенным, аллергическим эффектами, вредные газы: углерода оксид, серы диоксид и пр., неблагоприятный микроклимат, шум, вибрация, постоянные электромагнитные поля, физическое и психоэмоциональное напряжение и др.

Следует подчеркнуть, что рабочие основных и вспомогательных профессий подвергаются воздействию одних и тех же факторов профессионального риска. Отличительной особенностью влияния этих факторов на рабочих вспомогательных профессий является их постоянное (интермиттирующее) воздействие. По данным

М.Н. Кирьянова (1995) и Е.А. Белова (1999), от 61,0% до 82,4%, а по нашим материалам – до 76,3% рабочей смены работники вспомогательных профессий проводят у оборудования, расположенного непосредственно в цехе, оставшуюся часть смены находятся в помещениях специализированных мастерских, условия труда в которых также не отвечают гигиеническим требованиям. Таким образом, рабочие как основных, так и вспомогательных профессий подвергаются воздействию аналогичных факторов профессионального риска, отличающемуся лишь экспозицией и характером получения.

На сегодняшний день эксплуатируются как старые электролизеры малой мощности – 75-80 кА с самообжигающимися анодами, так и новые – с предварительно обожженными анодами и силой тока 165, 300 кА и более.

В связи с тем, что наиболее перспективными для внедрения в серийное производство являются сверхмощные электролизеры с предварительно обожженными ано-

дами, нами были проведены исследования условий труда с целью оценки априорного профессионального риска для здоровья работающих на опытном участке электролиза алюминия с фактической силой тока ванн 330 кА, оборудованных установками автоматического питания глиноземом.

Материалы и методы

На рабочих местах основных профессий, обслуживающих электролизеры с предварительно обожженными анодами силой тока 330 кА - электролизника, рамщика, крановщика были проведены исследования с применением стандартизованных методов:

- химических производственных факторов: фтористые соединения (гидрофторид, соли фтористоводородной кислоты), диалюминий триоксид, возгоны каменноугольных смол и пеков, бенз (а) пирен, серы диоксид, углерода оксид;
- физических производственных факторов: микроклимат, шум, вибрация, постоянные электромагнитные поля;
- тяжести и напряженности трудового процесса.

Результаты и обсуждение

Обслуживание сверхмощных электролизеров сопровождается тяжелым физическим трудом. Так, вес используемого ручного инструмента, а также поднимаемых и перемещаемых во время технологических операций створок укрытий составляет 4-24 кг. Необходимо отметить, что в процессе работы, вес ручного инструмента (крюки, лопата, скребок) утяжеляется, во-первых, из-за налипшего на него металла, во-вторых, по причине притяжения инструмента под воздействием постоянного магнитного поля к полу, токоподводящим шинам, металлическому корпусу ванны. Магнитное притяжение в 1,5-2 раза увеличивает усилия, необходимые для отрыва инструмента от поверхностей и удержания его в нужном направлении, что приводит к повышенной физической нагрузке. Рабочие электролизники, кроме основных технологических функций по обслуживанию электролизных ванн, также заняты при выливке металла из ванны и на вспомогательных операциях. Необходимо отметить, что трудовой процесс электролизников характеризуется периодическим нахождением в неудобной рабочей позе (наклоны туловища, поднятые вверх руки и пр.) при ряде производственных операций (замена анода, устранение выгорания анодного массива и пр.)

Среднерабочая частота сердечных сокращений (ЧСС) у рабочих электролизников составила $114 \pm 4,9$ уд/мин, что соответствовало уровню энерготрат $127 \pm 9,3$ Вт/м² и категории работ по интенсивности энерготрат IIб (СанПин 2.2.4.548-96). Своих максимальных значений - от 114 до 150 уд/мин (ЧСС) достигала при выполнении таких производственных операций, как замена анода (расчистка подины от осадка, извлечение анода, засыпка глинозема), корректировка уровня электролита (вычерпывание), зачистка анодных огарков. Среднерабочая величина минутного объема дыхания составила $22,2 \pm 2,6$ л/мин (7,9-8,0 м³ за смену).

Наши наблюдения показали, что труд электролизника опытного участка относится к классу 3.1 по показателю тяжести и к классу 2 по показателю напряженности трудового процесса.

По мере приближения нижней кромки анодной рамы к кронштейнам штанг, несущим угольные блоки, бригадой рамщиков (2 человека) производится перетяжка анодной рамы с помощью специального устройства для временной подвески анодов (ВПА). Перетяжка анодной рамы проводится посредством ослабления и затягивания анодных замков на электролизере, после чего штанги анодов вновь закрепляются на анодной раме. Перетяжка рам проводится во 2-ю смену на одном из электролизеров, длительность операции составляет в среднем 2,5 часа. В процессе перетяжки рамщик находится в вынужденном положении на приспособленных конструкциях (на уступах съемной створки электролизера с преимущественной опорой на одну из ног). При перетяжке анодной рамы используется гаечный ключ весом около 5 кг, при перемещении которого для откручивания-закручивания гаек на анодной раме работник вынужден применять дополнительные мышечные усилия по преодолению электромагнитного притяжения ключа к конструкциям анодной штанги. Усилия эти в 1,5-2 раза превышают вес применяемого гаечного ключа. Остальное время рамщики заняты проведением ремонтных работ (ремонт, чистка ВПА), или вспомогательных работ (подготовка защиты ниппелей, уборка территории и пр.).

Среднерабочая ЧСС у рамщиков составила $121 \pm 5,2$ уд./мин, что соответствовало уровню энерготрат $128,6 \pm 9,4$ Вт/м², и категории работ по интенсивности энерготрат IIб. Своих максимальных значений от 120 до 150 уд/мин ЧСС достигала при перетяжке анодной рамы. Среднерабочая величина минутного объема дыхания составила $21,6 \pm 3,4$ л/мин (7,7-7,8 м³ за смену).

Наши наблюдения показали, что труд рамщиков опытного участка относится к классу 3.1 по показателю тяжести и к классу 2 по показателю напряженности трудового процесса.

Производственные операции перетяжки анодной рамы, замены анодов, выливки металла, ревизии электролизеров выполняются при помощи комплексного технологического и мостового кранов, управляемых крановщиком.

Среднерабочая ЧСС у крановщиков составила $73,4 \pm 4,4$ уд./мин, что соответствовало уровню энерготрат $57,6 \pm 5,7$ Вт/м², категории работ по интенсивности энерготрат Ia. Своих максимальных значений до 90 уд./мин, ЧСС достигала при переходах между двумя кранами, подъеме на кран и спуске с него. Среднерабочая величина минутного объема дыхания составила $9,2 \pm 1,5$ л/мин (3,3 м³ за смену).

В целом труд крановщика относится к классу 2 по показателям тяжести и напряженности трудового процесса.

Необходимо отметить, что отдых всех рабочих, обслуживающих электролизеры, проходит в комнате отдыха, рабочие перерывы не регламентированы, обусловле-

ны ходом технологического процесса и объемом вспомогательных работ.

Электролизеры являются источниками выделения в воздушную среду аэрозолей сложного химического состава, основными элементами которого являются фтористые соединения, диалюминий триоксид, возгоны каменноугольных смол и пеков, бенз(а)пирен, серы диоксид и улерода оксид.

Фтористые соединения присутствуют в воздухе рабочей зоны в виде газообразного гидрофторида и в виде аэрозолей – солей фтористоводородной кислоты разной степени растворимости: хорошо растворимые (натрий фторид) и плохо растворимые (кальций дифторид, алюминий трифторид, криолит). На всех рабочих местах по показателю разовых концентраций фтористых соединений, серы диоксида и диалюминия триоксида условия труда соответствуют классу 2 (допустимый), исключением является рабочее место электролизника, на котором, с учетом эффекта суммации фтористых соединений, условия труда соответствуют классу вредности 3.1.

Среднесменные концентрации гидрофторида на всех рабочих местах превышали ПДК: в 1,8-1,9 раз на рабочем месте электролизника, в 1,5-1,7 раз на рабочем месте крановщика, в 1,1-1,5 раз на рабочих местах рамщика. Превышение среднесменных концентрации солей фтористоводородной кислоты в 2,1 раза было обнаружено на рабочем месте электролизника, на остальных рабочих местах превышений не наблюдали.

Среднесменные концентрации возгонов каменноугольных смол и бенз(а)пирена на всех рабочих местах были меньше уровня соответствующей ПДК более чем в 2,6 раза, диалюминия триоксида – более, чем в 8,6 раз. Таким образом, условия труда по показателю среднесменной концентрации в воздухе рабочей зоны фтористых соединений соответствовали классу 3.1 (вредный), а по показателю среднесменных концентраций диалюминия триоксида, возгонов каменноугольных смол и пеков, бенз(а)пирена - классу 2 (допустимый) на всех рабочих местах.

Во все периоды проведения исследований, параметры микроклимата в рабочей зоне не соответствовали допустимым уровням по СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». В теплый период года температура окружающей среды в цехе достигала 28,3-32,40С, в холодный – не превышала 9,80С; скорость движения воздуха, как правило, превышала допустимые параметры для соответствующей категории работ. Наиболее высокими температуры были в проходах между электролизерами, что объясняется малым расстоянием между нагретыми поверхностями продольных сторон электролизеров. Помимо этого, рабочие подвергаются воздействию конвективного тепла, поступающего в рабочую зону от нагретых поверхностей электролизера, а при выполнении ряда технологических операций рабочие электролизники, подвергаются воздействию теплового облучения, уровни которого достигают от 511,0 до 1513,4 Вт/м².

В целом, условия труда на рабочих местах кранов-

щика, рамщика опытного участка по параметру микроклимата соответствуют классу 3.1, а на рабочем месте электролизника - классу 3.2.

Технологическое оборудование и технологические операции по обслуживанию процесса электролиза алюминия являются источниками шума и вибрации. В частности, при дроблении корки электролита, операции замены анода зафиксированы максимальные уровни звука, превышающие допустимые уровни на 4дБ, а при операции выливки металла – на 16 дБ. Эквивалентные уровни звука за рабочую смену соответствовали допустимым.

Нашими исследованиями показано наличие в корпусе цеха зон с различной напряженностью постоянного магнитного поля. Размах колебаний в отдельных точках рабочей зоны 3,9-63мТл. При обслуживании электролизеров (замена анодов, отбор проб, ревизия ванн), средние значения напряженности магнитного поля достигают 9,2 и 13,1 мТл при проведении рабочих операций у борта ванны свободной от токоподвода и у борта с токоподводом соответственно. При обслуживании выливных отверстий в непосредственной близости от торца электролизера уровни ПМП составляют 9,2мТл, а при выливке металла в рабочем проходе на расстоянии 1,5м от торца ванны – 13,8мТл, при этом до 80 % замеров превышают нормативный уровень в 10 мТл, приемлемый, согласно санитарным нормам для 6-часовой рабочей смены электролизников. Своих максимальных значений уровни ПМП достигают при выполнении технологических операций рядом с токоведущими шинами – 21 мТл, при этом 55% замеров превышают ПДУ в 20мТл для времени воздействия 11-60 минут.

Особое внимание обращают на себя уровни магнитного поля, воздействующие на рабочих рамщиков при перетяжке анодной рамы. В процессе операции рабочий перемещается вдоль электролизера по приспособленным конструкциям. При приближении к гибким частям токоподводящих шин уровень воздействия постоянного магнитного поля достигал 50,9мТл (что в 1,7 раз превышает ПДУ для времени воздействия 0-10 минут).

Необходимо отметить, что в комнате отдыха, где персонал проводит технологические перерывы, напряженность ПМП составила 4,1мТл, что в 1,5 раза выше, чем в комнатах отдыха персонала, обслуживающего электролизеры 165 кА.

Таким образом, на рабочих местах электролизника уровни ПМП превышают допустимые величины для 6-часовой рабочей смены в 1,3-2,1 раза, что характеризует условия труда классом 3.1, на рабочем месте рамщика - в 5,1 раза, что характеризует условия труда на данном рабочем месте классом 3.2.

Согласно интегральной гигиенической оценке условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, условия труда на рабочих местах электролизника и рамщика опытного участка характеризуются как вредные - 3 класса 2 степени, на рабочем месте крановщика – 3 класса 1 степени вредности.

Таким образом, согласно гигиенической оцен-

ке условий труда и физиологическим исследованиям по Р 2.2.1766-03 «Руководству по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки», условия труда на рабочих местах опытного участка характеризуются по доказанности предполагаемым профессиональным риском (категория 1Б).

При серийном строительстве новых корпусов с большим количеством электролизеров силой тока 300 кА и более возможно изменение уровней вредных производственных факторов, а, следовательно, условий труда и профессионального риска, что требует дальнейшей гигиенической оценки.

Выводы

1. В период проведения исследований на опытном участке электролиза алюминия отмечено превышение соответствующих ПДКс.с. на рабочих местах в 1,1-1,9 раз по гидрофториду, на рабочем месте электролизника - до 2,1 раза по солям фтористоводородной кислоты. Среднесменные концентрации возгонов каменноугольных смол и бенз(а)пирена на рабочих местах были ниже ПДКс.с. более, чем в 2,6 раза, диалюминия триоксида – более, чем в 8,6 раз. Условия труда на всех рабочих местах соответствовали классу 3.1 по показателю среднесменной концентрации в воздухе рабочей зоны фтористых соединений, и допустимому классу 2 по диалюминий триоксиду, возгонам каменноугольных смол и псков, бенз(а)пирену.

2. Условия труда на рабочих местах крановщика, рамщика опытного участка электролиза алюминия по микроклимату соответствовали классу 3.1, на рабочем месте электролизника - классу 3.2.

3. На рабочих местах электролизника уровни ПМП превышали допустимые для 6-часовой рабочей смены в

1,3-2,1 раза, что характеризует условия труда классом 3.1, на рабочем месте рамщика - в 5,1 раз, что характеризует условия труда классом 3.2.

4. Труд электролизника и рамщика опытного участка относится к классу 3.1 по показателю тяжести и классу 2 по показателю напряженности трудового процесса, крановщика - к классу 2 по показателям тяжести и напряженности трудового процесса.

5. Интегральная гигиеническая оценка условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса, на рабочих местах электролизника и рамщика опытного участка характеризуются классом вредности 3.2, на рабочем месте крановщика – классом 3.1, что по гигиеническим критериям соответствует среднему и малому профессиональному риску, а по доказанности – относится к условиям труда с предполагаемым профессиональным риском (категория 1Б).■

Рослый О.Ф., д.м.н. профессор, руководитель отдела медицины труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург; Федорук А.А., к.м.н., руководитель лабораторией профессиональных рисков отдела медицины труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург; Слышкина Т.В., к.т.н., руководитель отдела физико-химических методов исследований ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург; Устьянцев С.Л., д.м.н. руководитель лаборатории физиологии труда и средств индивидуальной защиты отдела медицины труда ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург; Автор, ответственный за переписку – Рослый Олег Федорович, 620014, г. Екатеринбург, ул. Попова, 30, roslyof@ymrc.ru

Литература:

1. Измерение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности: МУК 4.1.2468-09. М., 2009: 24.
2. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05. – Екатеринбург: ИД «Урал Юр Издат», 2006: 104-116.
3. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Р 2.2.1766-03. М., 2004: 24.