

Исследование влияния параметров технологического процесса при производстве электрооборудования на выбросы в окружающую среду

¹**АБИКЕНОВА Асель Амангельдиевна**, к.т.н., доцент, зав. кафедрой, a.abikenova@aes.kz,

¹**МЫРЗАХАНОВА Алтынай Зияткызы**, м.т.н., преподаватель, altynayrzk@mail.ru,

^{1*}**БЕГИМБЕТОВА Айну́р Серикбаевна**, PhD, доцент, a.begimbetova@aes.kz,

²**БЕЛОЕВ Христо Иванов**, д.т.н., профессор, ректор, hbeloev@uni-ruse.bg,

¹Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева, Казахстан, 050013, Алматы, ул. А. Байтурсынова, 126/1,

²Русенский университет им. Ангела Кынчева, Болгария, 7017, Русе, ул. Студентска, 8,

*автор-корреспондент.

Аннотация. В современных условиях развития мировой экономики перед странами встает вопрос повышения производительности промышленного сектора. Согласно Посланию Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана, экономическое развитие промышленного комплекса страны должно обеспечивать экологическую устойчивость и безопасность. Данный аспект повысил значимость экологических требований к технологическому оборудованию, включая продукцию электротехнической промышленности. В статье рассматриваются вопросы влияния производства электротехнического оборудования на воздушный бассейн и водохозяйственный бассейн территории Республики Казахстан. В силу большого разнообразия комплектующих и конечной продукции при производстве электрооборудования зачастую используются технологические процессы и процедуры, сопровождающиеся выбросами в окружающую среду.

Ключевые слова: электротехническая промышленность, экология, выбросы, оборудование, эмиссии.

Введение

На сегодняшний день проблема защиты атмосферного воздуха Алматы – крупного мегаполиса Казахстана – является одной из самых актуальных. На территории города имеются более десятка действующих предприятий, основной деятельностью которых является производство, реализация электрооборудования и другой продукции электротехнической промышленности, таких как насосные и компрессорные станции, вентиляционное оборудование, насосные установки для сельского хозяйства, электронагревательные приборы и установки и т.д. Данные предприятия достаточно важны для производственного сектора в целом, так как в современных условиях для стабилизации экономического положения страны необходимо развивать агропромышленный, промышленный комплексы и производство в целом. Производство электрооборудования для промышленных и бытовых нужд значительно облегчит финансовую нагрузку на остальные секторы. Однако производство электрооборудования имеет свои недостатки в области охраны окружающей среды. На разных этапах технологического

процесса имеют место различные выбросы в воздушный бассейн города, которые могут представлять опасность для жизнедеятельности экосистемы и загрязнять воздух. Есть классические методы решения данных проблем: вывести производство за город, в область и внедрить технологическое оборудование с различными степенями очистки. Однако данные методы могут сопровождаться некоторыми финансовыми и техническими неудобствами. Необходимо рассмотреть именно изменение самого технологического процесса производства, нацеленное на экологическую эффективность.

Технологический процесс производства электрооборудования состоит из множества ступеней обработки сырья. Основными ступенями (этапами), необходимыми для производства практически всех видов оборудования, являются: заготовка, механическая обработка, резка, гибка, токарно-фрезерные работы, сварка, приварка, покраска, слесарно-механические работы, сборка, установка электроники, испытания, тестовый запуск. Также есть дополнительные процессы по деэмульгированию для регенерации масел,

повторной дистилляции для регенерации растворителей и т.д. Могут быть установлены водоочистные сооружения и сооружения системы вентиляции для вывода дыма и паров при сварочных и покрасочных работах.

Материалы для производства электрооборудования используются различные. В частности применяются черные металлы в готовом виде.

Основными этапами производства, которые сопровождаются выбросом вредных веществ в окружающую среду, являются сварочные работы, газовая резка и окрасочные работы. Производство электрооборудования состоит из нескольких ступеней сварочных и газорезательных работ, в ходе которых в воздух могут выделяться следующие вредные вещества: металлическая пыль, абразивная пыль, пыль цветных и черных металлов, пары смазочных и охлаждающих жидкостей, оксиды железа, соединения марганца, азота диоксид, хрома оксид, оксиды меди и алюминия, фториды и т.д. Интенсивному окислению и испарению флюса, металла, легирующих элементов и защитного газа способствует высокая температура сварочной дуги [16].

Из-за большого разнообразия электрооборудования по назначению существуют различные технологические схемы работ по окраске поверхностей, например:

- этап подготовки изделия к окрашиванию;
- нанесение и сушка грунтовочного покрытия;
- нанесение в два слоя материалов внешнего слоя и их сушка.

Для подготовки изделий из черного металла толщиной менее 3 мм их поверхность обрабатывается водными составами с получением фосфатных слоев. В некоторых случаях фосфатирование можно заменить ингибиторами коррозии, фосфатирующими грунтовками и т.д.

Окрасочные работы могут проводиться несколькими способами: пневматическим, пневмоэлектрическим, электроосаждением, струйным обливом, покрытием металлических изделий в лаконоливных машинах и окунание. Одними из самых применимых способов являются пневматический и электроосаждение. Окрашивание изделий может проводиться на конвейерных линиях, которые включают в процесс окрасочные и сушильные камеры проходного типа, и в тупиковых окрасочно-сушильных камерах. В современном мире в процессах покраски изделий предусматриваются:

- замена обычных лакокрасочных материалов на материалы с высоким сухим остатком и на водной основе;
- уменьшение количества летучих органических соединений (ЛОС);
- оптимальная совместимость методов нанесения;
- получение качественных покрытий при меньших затратах.

Уменьшение выбросов летучих органических

соединений возможно обеспечить за счет применения в технологическом процессе различных материалов с высоким содержанием сухого остатка, грунт-эмалевых лакокрасочных материалов, наносимых в два слоя взамен трехслойного покрытия, порошкового окрашивания.

Применение в технологическом процессе окрашивания порошковых технологий способствует обеспечению экологической безопасности производства, уменьшению слоев нанесения до одного слоя, сокращению производственной площади под окраску. Особенностью порошковых технологий также являются долговечные покрытия с высокой износостойкостью и стойкостью к агрессивным средам.

Обезжиривание поверхностей деталей электрооборудования производится, как правило, ручным способом с использованием различных органических растворителей. Для автоматизации процесса и сокращения выбросов ЛОС в окружающую среду производится замена ручного обезжиривания на химическую подготовку поверхности к окрашиванию водными составами.

Объект и методы исследования

Задачей исследования являлось определение количества выбросов вредных веществ при производстве электрооборудования, а именно при механической обработке и окраске деталей из стали, чугуна. Первый этап работ при окраске включает в себя грунтование поверхности деталей различными алкидными и/или фенольными грунтовками, после чего проводят окраску алкидными, меламиноалкидными и эпоксидными эмалями. При окраске деталей из алюминия производится грунтование фенолалкидными грунтовками для цветных металлов, затем производится окрашивание алкидными, меламиноалкидными и эпоксидными эмалями. После сборки электрооборудования проводят повторное окрашивание доступной поверхности эмалями.

При производстве насосного оборудования марки Д-160 с электродвигателем необходимо выполнить четыре этапа сварочных работ и три этапа окрасочных работ. Сварочные работы включают в себя ручную дуговую сварку штучными электродами и полуавтоматическую сварку в защитной среде и газовую резку. Согласно расчетам выбросов загрязняющих веществ, проведенных по методике РНД 211.2.02.03-2004 «Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (по величинам удельных выбросов)» [6], при механической обработке металлических изделий и элементов насосного оборудования количество материала, расходуемого при сварочных работах, составляет 5,23 кг/ час или 3347 кг/год. Расчеты выбросов загрязняющих веществ от станочного оборудования при механической обработке металлов выполнены согласно. При определении выбросов в сварочных процессах используются расчетные методы с применением удельных показателей выброса за-

грязняющих веществ:

- на единицу массы расходуемых материалов (г/кг);
- на длину реза (г/м) или площади стыка (г/см²);
- на единицу времени работы оборудования (г/ч, г/с)» [6].

Согласно [6] валовое количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в процессах сварки, наплавки, напыления и металлзации, определяют по формуле

$$M_{\text{год}} = \frac{V_{\text{год}} K_m^x}{10^6} \cdot (1 - \eta), \text{ т/год}, \quad (1)$$

где $V_{\text{год}}$ – расход применяемого сырья и материалов, кг/год;

K_m^x – удельный показатель выброса загрязняющего вещества «x» на единицу массы расходуемых (приготавливаемых) сырья и материалов, г/кг;

η – степень очистки воздуха в соответствующем аппарате, которым снабжается группа технологических агрегатов.

Максимальный разовый выброс загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в процессах сварки, наплавки, напыления и металлзации, определяют по формуле

$$M_{\text{сек}} = \frac{V_{\text{час}} K_m^x}{3600} \cdot (1 - \eta), \text{ г/с}, \quad (2)$$

где $V_{\text{час}}$ – фактический максимальный расход применяемых сырья и материалов, с учетом дискретности работы оборудования, кг/час.

Согласно результатам расчетов по вышеуказанной методике было выявлено, что максималь-

но разовый выброс сварочного аэрозоля в процессе газовой резки равен 0,164 г/с, валовый выброс – 0,9 т/год. Результаты расчетов по всем выделяемым веществам приведены в таблицах 1-3 [16].

Окрасочные работы включают в себя окраску деталей на отдельных участках с использованием пневматического оборудования без модернизированной системы вентиляционной очистки. В среднем производительность окрасочного устройства равняется 130 г/м², т.е. на одно насосное оборудование расходуется 546 г материала. Тем самым расход составляет 26 кг/час с мощностью распыления от 0,3 до 0,6 м³/мин. Для расчета примем стандартные марки красок для металлических изделий БТ-577 и ПФ-170. В ходе окрасочных работ данными материалами в воздушную среду выделяются уайт-спирит и ксилол. Все окрасочные работы сопровождаются процессом сушки. При стандартном процессе окраски и сушки валовый выброс уайт-спирита равен 296,6 т/год. Валовый выброс ксилола составил 295,4 т/год. Максимально разовые выбросы уайт-спирита и ксилола равны 1,63 и 1,62 г/с.

Компоненты растворителей для приготовления лакокрасочных материалов являются достаточно токсичными. В технологических процессах с использованием лакокрасочных материалов (ЛКМ) и растворителей обязательно использование местной вытяжной системы со ступенчатыми системами очистки для ограничения количества выброса ЗВ в атмосферный воздух. Однако использование системы фильтрации чаще всего не дает должных результатов и может оказать нео-

Таблица 1 – Результаты расчета количества выброса вредного вещества от станочного оборудования при механической обработке металлов

Оборудование	Вещество	Выброс вещества от одного оборудования		Общий выброс вещества	
		$M_{\text{год}}$	$M_{\text{сек}}$	$M_{\text{год}}$	$M_{\text{сек}}$
Круглошлифовальный станок	пыль абразивная	0,01815091	0,005252	0,036302	0,010504
	пыль металлическая	0,02722637	0,007878	0,054453	0,015756
Плоскошлифовальный станок	пыль абразивная	0,01396224	0,00404	0,027924	0,00808
	пыль металлическая	0,02094336	0,00606	0,041887	0,01212
	пыль абразивная	0,0174528	0,00505	0,034906	0,0101
	пыль металлическая	0,02652826	0,007676	0,053057	0,015352
Заточный станок	пыль абразивная	0,01116979	0,003232	0,02234	0,006464
	пыль металлическая	0,01675469	0,004848	0,033509	0,009696
Радиально-сверлильный станок	пыль абразивная	0,00488678	0,001414	0,009774	0,002828
	пыль цветных металлов	0,00139622	0,000404	0,002792	0,000808
Обдирочно-шлифовальный станок	пыль абразивная	0,1340375	0,038784	0,134038	0,038784
	пыль металлическая	0,20105626	0,058176	0,201056	0,058176
	СОЖ	0,00144858	0,0000168	0,001449	0,0000168
Фрезерно-отрезной станок	пыль абразивная	0,09773568	0,02828	0,293207	0,08484
	пыль цветных металлов	0,00069811	0,000202	0,002094	0,000606

Таблица 2 – Максимально разовый выброс вредных веществ от станочного оборудования при механической обработке металлов

Материал	Сварочный аэрозоль	Железо оксид	Марганец и его соединения	Пыль неорганическая	Фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор)
АНО-19	0,016	0,015038	0,0009625		
АНО-20	0,013	0,011675	0,000825		
АНО-24	0,014	0,013375	0,001		
АНО-27	0,022	0,019913	0,001025		
ЖД-3	0,012	0,0106	0,00165	0,00125	0,001163
УОНИ-13/55	0,021	0,017375	0,0013625	0,001	0,001625
УОНИ-13/65	0,009	0,005613	0,0017625	0,0013125	0,001583
УОНИ-13/80	0,014	0,0104	0,000975	0,001625	0,001528
ОЗН-300	-	-	-		0,001514
ЦЧ-4	0,028	0,0226	0,005525	0,000417	0,000208
Комсомолец-100	-	0,004	0,005	0,005	0,001163
ОЗА-1	0,013		0,001583		
Св-08Х19ЮФ2С3	-	0,005	0,001	0,002	
АМГ	-	0,001	0,001	0,000	
ОСЦ-45	0,00039	0,00028	0,00003	0,00007	0,00021
АН-348А	0,00028	0,00008	0,00003	0,00007	0,00008

Таблица 3 – Валовый выброс вредных веществ от станочного оборудования при механической обработке металлов

Материал	Сварочный аэрозоль	Железо (II) оксид	Марганец и его соединения	Пыль неорганическая	Фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор)
АНО-19	0,0410	0,0385080	0,002464		
АНО-20	0,0320	0,0298973	0,002112		
АНО-24	0,0368	0,0342507	0,00256		
АНО-27	0,0570	0,0509919	0,002624		
ЖД-3	0,03136	0,02714448	0,004224	0,0032	0,0032
УОНИ-13/55	0,054368	0,04448	0,003488	0,00256	0,00256
УОНИ-13/65	0,024	0,014368	0,004512	0,00336	0,00336
УОНИ-13/80	0,03584	0,026624	0,002496	0,00416	0,00416
ОЗН-300	0,072	0,057856	0,014144		0,003488
ЦЧ-4	0,03296	0,026432	0,001152	0,00096	0,003616
Комсомолец-100	0,06336	0,00832	0,01248	0,0112	0,003552
ОЗА-1	0,12192		0,003648		
Св-08Х19ЮФ	0,0224	0,011328	0,001344	0,0048	
АМГ	0,064	0,00256	0,00256	0,00096	
ОСЦ-45	0,000896	0,00064	0,000064	0,00016	0,00048
АН-348А	0,00064	0,000192	0,000064	0,00016	0,000192

боснованную финансовую нагрузку на предприятия. Изменение технологических параметров процесса окраски может способствовать сокращению объема выбросов ЗВ. Для сокращения необходимо изменить следующие технологические

параметры: производительность окрасочного устройства (давление в баке, диаметр пульверизатора и т.д.), используемый ЛКМ, способ нанесения материала, скорость воздухообмена и т.д.

На рисунках 1,2 приведены зависимости вы-

бросов вредных веществ от технологических параметров при покрасочных работах на трех уровнях введения мероприятий по сокращению выбросов.

Выводы

В данных расчетах были приняты ЛКМ с содержанием уайт-спирита и ксилола. При оборудовании покрасочной камеры с расходом материала 10 кг/час и производительностью 60 г/м², объемы выброса нелетучей (сухой) части аэрозо-

ля краски, образующегося при нанесении ЛКМ на поверхность деталей сократится в 2,6 раза. Также покрасочные камеры обеспечивают воздухообмен 24000 м³/час, что обеспечивает более эффективную работу фильтрующих элементов.

Нужно также отметить, что растворители являются легковоспламеняющимися жидкостями, что увеличивает пожароопасность окрасочного процесса. Для снижения риска возникновения пожара, продукты горения при котором окажут

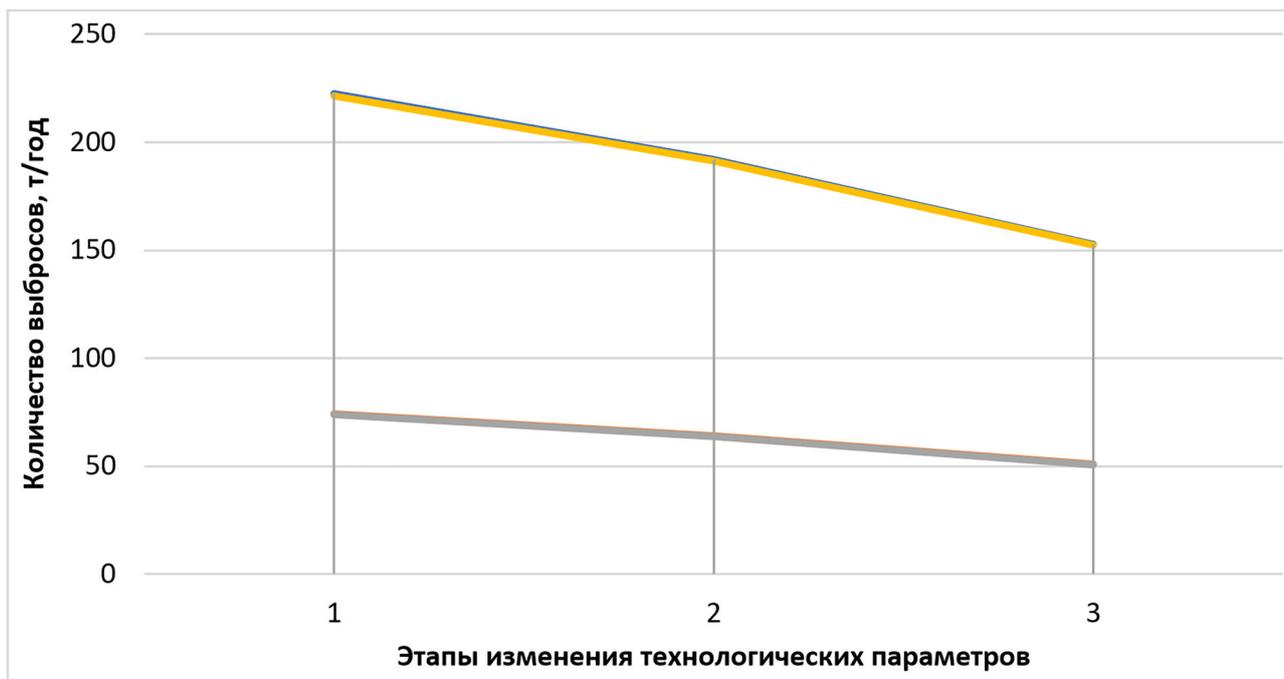


Рисунок 1 – Зависимость значения валового выброса вещества от расхода и состава ЛКМ

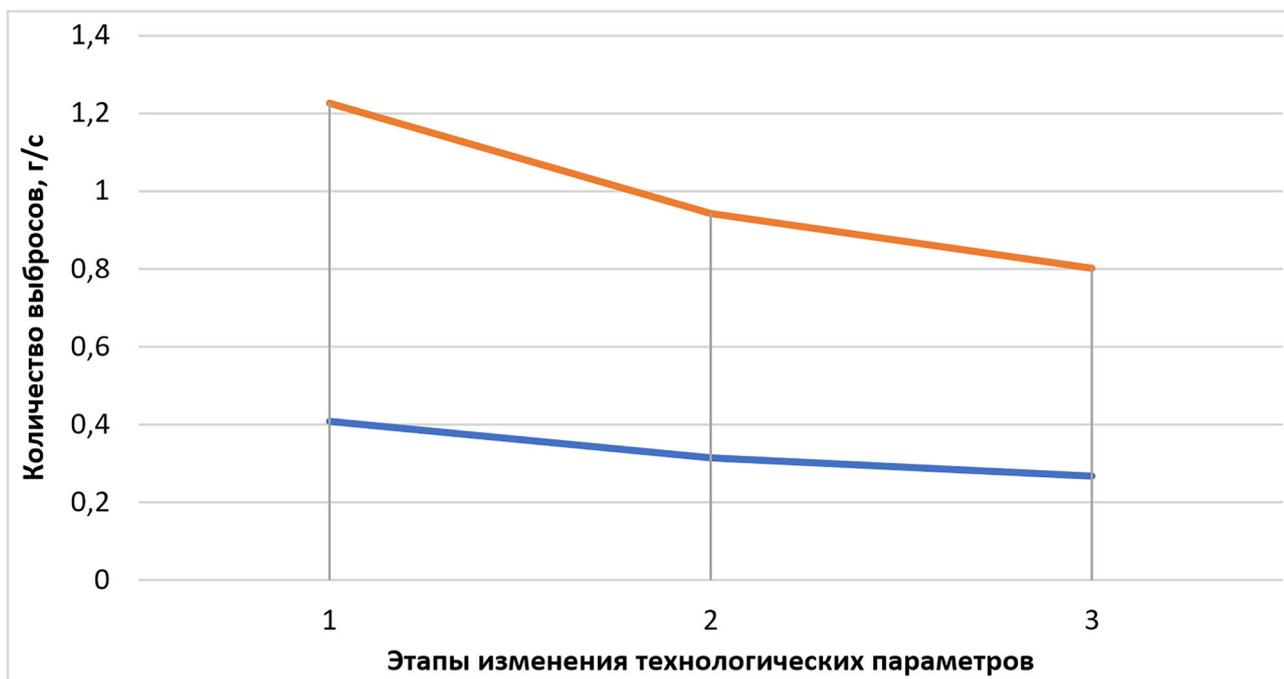


Рисунок 2 – Зависимость значения максимально-разового выброса от расхода и состава ЛКМ

значительный загрязняющий эффект, необходимо уменьшить расход материала с одновременным пребыванием материала в производственном цехе не более 20 кг на одну смену.

Сварочные и газорезательные работы необходимо автоматизировать, что поможет использовать более экологичный сварочный материал и уменьшить влияние на человеческий организм.

Автоматизация также позволит снизить этапы сварочных работ с 4 до 2 этапов.

В результате проведения расчетов по количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух было определено, что основными параметрами, влияющими на количество и состав выбросов, являются расход материала на технологических этапах и их состав.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологический Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212.
2. Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду. Приказ Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 16 апреля 2012 года № 110-ө. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 16 мая 2012 года № 7664.
3. Об утверждении отдельных методических документов в области охраны окружающей среды. Приказ Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 12 июня 2014 года № 221-Ө.
4. Об утверждении отдельных методических документов в области охраны окружающей среды. Приказ Министра окружающей среды Республики Казахстан от 18 апреля 2008 года № 100-п.
5. Гигиенические нормативы к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах. Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 168.
6. РНД 211.2.02.03-2004 «Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах (по величинам удельных выбросов)».
7. Semenescu A.A, Chivu O.R., Babis C., Apostolescu Z. Formation mechanism emissions in case of reconditioning by welding in the automotive industry cranks shafts // Revista de Chimie. Volume 67, Issue 7, July 2016, Pages 1281-1283.
8. Gomes J.F., Miranda R.M., Oliveira J.P., Esteves H.M., Albuquerque P.C. Evaluation of the amount of nanoparticles emitted in LASER additive manufacture/welding // Inhalation Toxicology. Volume 31, Issue 3, 23 February 2019, Pages 125-130.
9. Kirichenko K.Y., Agoshkov A.I., Drozd V.A., Gridasov A.V., Kholodov A.S., Koblyakov S.P. Characterization of fume particles generated during arc welding with various covered electrodes // Scientific Reports. Volume 8, Issue 1, 1 December 2018, Номер статьи 17169.
10. Vogt Duberg J., Johansson G., Sundin, E., Kurilova-Palisaitiene J. Prerequisite factors for original equipment manufacturer remanufacturing // Journal of Cleaner Production Volume 270, 10 October 2020, Номер статьи 122309.
11. Denčić-Mihajlov K., Krstić M., Spasić D. Sensitivity analysis as a tool in environmental policy for sustainability: The case of waste recycling projects in the Republic of Serbia. Sustainability (Switzerland) Открытый доступ. Volume 12, Issue 19, 1 October 2020, Номер статьи 7995, Pages 1-19.
12. Brenner W., Adamovic N. Creating sustainable solutions for photovoltaics // 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2020 – Proceedings September 2020, Номер статьи 9245369, Pages 1777-1782.
13. Gizatullin Z., Konstantinov E. Technique for Research Spurious Electromagnetic Emission from Electronic Means // Proceedings – 2020 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2020 September 2020, Номер статьи 9208059, Pages 380-384.
14. Strizhkov, I.G., Chesnyuk, E.N. Electrical equipment of the test bench and safety clutches adjustment // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 488, Issue 1, 27 May 2020, Номер статьи 0120442019.
15. Janzen R., Davis M., Kumar A. An assessment of opportunities for cogenerating electricity to reduce greenhouse gas emissions in the oil sands // Energy Conversion and Management. Volume 211, 1 May 2020, Номер статьи 112755.
16. Мырзаханова А.З. Дипломный проект. Методы организации производственного контроля на предприятиях тяжелой промышленности.

Электр жабдығын өндіру кезінде технологиялық процесс параметрлерінің қоршаған ортаға шығарындылардың әсерін зерттеу

¹**АБИКЕНОВА Әсел Амангелдіқызы**, т.ғ.к., доцент, кафедра меңгерушісі, a.abikenova@aes.kz,

¹**МЫРЗАХАНОВА Алтынай Зиятқызы**, т.ғ.м., оқытушы, altynayrzk@mail.ru,

¹***БЕГИМБЕТОВА Айнур Серикқызы**, PhD, доцент, a.begimbetova@aes.kz,

²**БЕЛОЕВ Христо Иванов**, т.ғ.д., профессор, ректор, hbeloev@uni-ruse.bg,

¹Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Қазақстан, 050013, Алматы, А. Байтұрсынұлы көшесі, 126/1,

²Ангел Кынчев атындағы Русе университеті, Болгария, 7017, Русе, Студентска көшесі, 8,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Әлемдік экономика дамуының қазіргі жағдайында елдер алдында өнеркәсіп секторының өнімділігін арттыру мәселесі тұр. Мемлекет Басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың Қазақстан халқына Жолдауына сәйкес, елдің өнеркәсіптік кешенінің экономикалық дамуы экологиялық тұрақтылық пен қауіпсіздікті қамтамасыз етуі керек. Бұл аспект электр жабдықтарының өнімдерін қоса алғанда, технологиялық жабдыққа

қойылатын экологиялық талаптардың маңыздылығын арттырды. Мақалада электр техникалық жабдық өндірісінің Қазақстан Республикасы аумағының әуе бассейніне және су шаруашылығы бассейніне әсері мәселелері қарастырылады. Компоненттер мен түпкілікті өнімдердің алуан түрлілігіне байланысты электр жабдықтарын өндіруде қоршаған ортаға шығарындылармен бірге технологиялық процестер мен процедуралар жиі қолданылады.

Кілт сөздер: электртехникалық өнеркәсіп, экология, шығарындылар, жабдықтар, эмиссиялар.

Research of the Influence of Process Parameters in the Production of Electrical Equipment on Emissions to the Environment

¹**ABIKENOVA Asel**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Head of Department, a.abikenova@aes.kz,

¹**MYRZAKHANOVA Altynay**, Master of Engineering, Lecturer, altynayrzk@mail.ru,

^{1*}**BEGIMBETOVA Ainur**, PhD, Associate Professor, a.begimbetova@aes.kz,

²**BELOEV Hristo**, Dr. Tech. Sci., Professor, Rector, hbeloev@uni-ruse.bg,

¹Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after Gumarbek Daukeyev, Kazakhstan, 050013, Almaty, A. Baitursynova Street, 126/1,

²«Angel Kanchev» University of Ruse, Bulgaria, 7017, Ruse, Studentska Street, 8,

*corresponding author.

Abstract. In modern conditions of the development of the world economy, countries are faced with the question of increasing the productivity of the industrial sector. According to the Address of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan, the economic development of the country's industrial complex should ensure environmental sustainability and safety. This aspect has increased the importance of environmental requirements for technological equipment, including products of the electrical industry. The article examines the impact of the production of electrical equipment on the air basin and water basin of the territory of the Republic of Kazakhstan. Due to the wide variety of components and end products, processes and procedures are often used in the manufacture of electrical equipment, accompanied by emissions into the environment.

Keywords: electrical industry, ecology, emissions, equipment, emissions.

REFERENCES

1. Ekologicheskij Kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 yanvara 2007 goda no. 212.
2. Metodika opredeleniya normativov emissij v okruzhayushchuyu sredu. Prikaz Ministra ohrany okruzhayushchej sredy Respubliki Kazahstan ot 16 aprelya 2012 goda no. 110-ó. Zaregistririvan v Ministerstve yusticii Respubliki Kazahstan 16 maya 2012 goda no. 7664.
3. Ob utverzhdenii otdel'nyh metodicheskikh dokumentov v oblasti ohrany okruzhayushchej sredy. Prikaz Ministra okruzhayushchej sredy i vodnyh resursov Respubliki Kazahstan ot 12 iyunya 2014 goda no. 221-Ó.
4. Ob utverzhdenii otdel'nyh metodicheskikh dokumentov v oblasti ohrany okruzhayushchej sredy. Prikaz Ministra okruzhayushchej sredy Respubliki Kazahstan ot 18 aprelya 2008 goda no. 100-p.
5. Gigienicheskie normativy k atmosferному vozduhu v gorodskih i sel'skikh naselennykh punktah. Prikaz Ministra nacional'noj ekonomiki Respubliki Kazahstan ot 28 fevralya 2015 goda no. 168.
6. RND 211.2.02.03-2004 «Metodika rascheta vybrosov zagryaznyayushchih veshchestv v atmosferu pri svarochnyh rabotah (po velichinam udel'nyh vybrosov)».
7. Semenescu A.A., Chivu O.R., Babis C., Apostolescu Z. Formation mechanism emissions in case of reconditioning by welding in the automotive industry cranks shafts // Revista de Chimie. Volume 67, Issue 7, July 2016, Pages 1281-1283.
8. Gomes J.F., Miranda R.M., Oliveira J.P., Esteves H.M., Albuquerque P.C. Evaluation of the amount of nanoparticles emitted in LASER additive manufacture/welding // Inhalation Toxicology. Volume 31, Issue 3, 23 February 2019, Pages 125-130.
9. Kirichenko K.Y., Agoshkov A.I., Drozd V.A., Gridasov A.V., Kholodov A.S., Kobyljakov S.P. Characterization of fume particles generated during arc welding with various covered electrodes // Scientific Reports. Volume 8, Issue 1, 1 December 2018, Nomer stat'i 17169.
10. Vogt Duberg J., Johansson G., Sundin, E., Kurilova-Palisaitiene J. Prerequisite factors for original equipment manufacturer remanufacturing // Journal of Cleaner Production Volume 270, 10 October 2020, Nomer stat'i 122309.
11. Denčić-Mihajlov K., Krstić M., Spasić D. Sensitivity analysis as a tool in environmental policy for sustainability: The case of waste recycling projects in the Republic of Serbia. Sustainability (Switzerland) Otkrytyj dostup. Volume 12, Issue 19, 1 October 2020, Nomer stat'i 7995, Pages 1-19.
12. Brenner W., Adamovic N. Creating sustainable solutions for photovoltaics // 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2020 – Proceedings September 2020, Nomer stat'i 9245369, Pages 1777-1782.
13. Gizatullin Z., Konstantinov E. Technique for Research Spurious Electromagnetic Emission from Electronic Means // Proceedings – 2020 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2020 September 2020, Nomer stat'i 9208059, Pages 380-384.
14. Strizhkov, I.G., Chesnyuk, E.N. Electrical equipment of the test bench and safety clutches adjustment // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 488, Issue 1, 27 May 2020, Nomer stat'i 0120442019.
15. Janzen R., Davis M., Kumar A. An assessment of opportunities for cogenerating electricity to reduce greenhouse gas emissions in the oil sands // Energy Conversion and Management. Volume 211, 1 May 2020, Nomer stat'i 112755.
16. Myrzahanova A.Z. Diplomnyj proekt. Metody organizacii proizvodstvennogo kontrolya na predpriyatiyah tyazheloj promyshlennosti.