

Геоэкология

DOI: 10.34828/UdSU.2024.61.96.006

УДК 504.75

Е.А. Борисова

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ АБСОРБЦИОННО-БИОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ (АБХУ) НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ УДМУРТИИ

Аннотация. Механические цеха обработки древесины, производства клееной фанеры, плит ДСП, ДВП, ламинированных плит, слоистого пластика и сушильные цеха являются главным источником загрязнения промышленного воздуха деревоперерабатывающих предприятий. Показатели количества и качества загрязняющих выбросов зависят от состава и вида сырья, а также материалов, использованных в производстве. Например, процентное содержание формальдегидов, которые содержатся в смоле определенной марки, используемой для производства ДСП плит, значительно меняет массу выброса загрязняющих веществ. В данной работе рассматривается вопрос влияния на атмосферный воздух деревообрабатывающего предприятия. Рассмотрены существующие методы очистки промышленных выбросов. Определен уровень негативного воздействия на атмосферный воздух деревообрабатывающего предприятия. Дана техническая характеристика абсорбционно-биохимической установки АБХУ - УВЗ-30/2021 ПС и оценка эффективности очистки вентиляционного воздуха.

Ключевые слова: абсорбционно-биохимическая установка, летучие органические соединения, газоочистная установка, загрязняющее вещество, деревообрабатывающее предприятие, очистка вентиляционного воздуха.

Для цитирования: Борисова Е.А. Разработка предложений по внедрению абсорбционно-биохимической установки (АБХУ) на деревообрабатывающем предприятии Удмуртии // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып. 1. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 70–81. DOI: 10.34828/UdSU.2024.61.96.006.

Введение

Одной из основных причин роста смертности во всём мире являются неинфекционные сердечно-сосудистые и респираторные заболевания, вызванные загрязнением воздуха [1].

Атмосферный воздух – это один из компонентов окружающей среды, качественно влияющий на жизнедеятельность человека. Именно поэтому количество загрязнений атмосферного воздуха находится в относительно узких пределах. Уменьшение или увеличение этих границ означает значительные изменения в условиях жизни людей.

Абсолютно все процессы сопровождаются поступлением в атмосферу огромного количества загрязняющих веществ [2]. Производство деревообрабатывающей отрасли промышленности включает в себя механическую и химико-механическую обработку и переработку древесины. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу происходят как в процессе производства материалов из древесины, так и при сжигании отходов и обработке стружки и опилок. Эти выбросы включают в себя различные вредные вещества, такие как формальдегид, фенолы, бензол, диоксины и фураны. Формальдегид является основным веществом, выбрасываемым при производстве ДВП и ДСП, и он является опасным для здоровья человека. Это вещество может вызывать раздражение глаз и дыхательных путей, а также оказывать канцерогенное действие при длительном воздействии. Фенолы, бензол и другие органические соединения также являются опасными для здоровья и могут вызывать отравление организма. Диоксины и фураны являются продуктами сжигания древесных отходов и могут быть выброшены в атмосферу при неправильной обработке или недостаточной фильтрации дымовых газов. Эти вещества являются очень токсичными и канцерогенными, могут накапливаться в организме человека и животных, вызывая серьезные заболевания и отравления.

Целью данной работы является разработка предложений и внедрение в производство абсорбционно-биохимической установки АБХУ-УВЗ-30/2021 ПС (АБХУ) в цех импрегнирования №4.

Методы решения

Объект исследования – одно из деревоперерабатывающих предприятий в Удмуртии, расположен в Увинском районе. Основной производственной деятельностью исследуемого предприятия является производство фанеры, деревянных фанерованных панелей и аналогичных слоистых материалов, древесных плит из древесины и других одревесневших материалов, а также изготовление меламиновой пленки, которая используется для ламинирования древесных плит. Ближайшая застройка располагается в 20 метрах от границы объекта.

На рис. 1 представлены границы расчетной санитарно-защитной зоны (СЗЗ) деревоперерабатывающего предприятия.



Рис. 1. Расчетные границы СЗЗ деревоперерабатывающего предприятия

На рис. 2 представлена схема цеха импрегнирования № 4, где происходит приготовление пропиточных растворов, производство декоративных пленок и их упаковка.

Рулон крафт-бумаги устанавливается на размоточное устройство. Затем бумажное полотно протягивается через систему валов пропиточного узла.

Бумажное полотно, пропитанное смолой, подается в сушильные камеры, где оно обдувается горячим воздухом. На выходе из сушильных камер обработанная бумага (пленка) проходит через систему охлаждающих валов. Далее пленка подается либо на намоточное устройство и сматывается в рулон, либо к системе поперечной саморезки, где укладывается в пачки листов заданной длины.

В сушильной камере образуются выбросы аммиака с концентрацией 130мг/м³ и формальдегида. АБХУ установлена на очистку вентвоздуха с сушильных камер [3].



Рис. 2. Схема основных процессов в цехе импрегнирования

Исследуемое предприятие является объектом 2 категории и оказывает умеренное воздействие на окружающую среду (ОС) [4].

В выбросах исследуемого объекта присутствуют загрязняющие вещества 57 наименований. Предприятие имеет 194 организованных источника выброса и 85 неорганизованных источников выброса. Общий валовый выброс загрязняющих веществ на существующее положение в целом по предприятию составляет – 1109,733746297965 т/год.

В таблице 1 приведены показатели воздействия объекта на окружающую среду и условия проживания населения.

Таблица 1

Показатели воздействия объекта на окружающую среду и условия проживания населения

Загрязняющее вещество		Используемый критерий	Значение критерия мг/м ³	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
код	наименование				г/с	т/год
1	2	3	4	5	6	7
0101	Алюминий триоксид (в пересчете на алюминий)	ПДК с/с	0,01000	2	0,0121098	0,000554
0113	Вольфрам триоксид	ПДК с/с	0,15000	3	0,0000017	0,000010
0123	Железо триоксид (железа оксид) (в пересчете на железо)	ПДК с/с	0,04000	3	1,3988772	2,451788
0138	Магний оксид	ПДК м/р	0,40000	3	0,0000071	0,000046
0143	Марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид)	ПДК м/р	0,01000	2	0,0029233	0,012701
0146	Медь оксид (в пересчете на медь)	ПДК с/с	0,00200	2	0,0219500	0,000717
0150	Натрий гидроксид (Нагр едкий; Сода каустическая)	ОБУВ	0,01000		0,0000131	0,000103
0203	Хром (в пересчете на хрома (VI) оксид)	ПДК с/с	0,00150	1	0,0000724	0,000332
0301	Азота диоксид	ПДК м/р	0,20000	3	10,7093557	100,310920
0302	Азотная кислота (по молекуле HNO ₃)	ПДК м/р	0,40000	2	0,0005000	0,003942
0303	Аммиак	ПДК м/р	0,20000	4	3,2065462	129,000
0304	Азот (II) оксид	ПДК м/р	0,40000	3	4,7257451	95,560166
0316	Гидрохлорид (по молекуле HCl)	ПДК м/р	0,20000	2	0,0001320	0,001041
0322	Серная кислота (по молекуле H ₂ SO ₄)	ПДК м/р	0,30000	2	0,0000267	0,000211
0326	Озон	ПДК м/р	0,16000	1	0,0000009	0,000005
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,15000	3	0,1591751	2,175892
0330	Сера диоксид	ПДК м/р	0,50000	3	1,2337604	3,583712
0333	Дигидросульфид	ПДК м/р	0,00800	2	0,0002244	0,002890
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,00000	4	28,8056899	446,966156
0342	Фториды газообразные	ПДК м/р	0,02000	2	0,0010048	0,002820
0344	Фториды плохо растворимые	ПДК м/р	0,20000	2	0,0007990	0,002526
0410	Метан	ОБУВ	50,00000		3,1073442	0,057019
0415	Смесь предельных углеводородов C ₁ H ₄ -C ₃ H ₁₂	ПДК м/р	200,00000	4	2,7680414	0,146804
0416	Смесь предельных углеводородов C ₄ H ₁₄ -C ₁₀ H ₂₂	ПДК м/р	50,00000	3	1,0230341	0,054257
0620	Этилбензол	ПДК м/р	0,04000	2	0,0844206	0,069718
0621	Метилбензол	ПДК м/р	0,60000	3	0,7141852	0,069134
0627	Этилбензол	ПДК м/р	0,02000	3	0,0024543	0,000130
0703	Бенз(а)пирен	ПДК с/с	1,00e-06	1	0,0000049	0,000053
1042	Бутан-1-ол	ПДК м/р	0,10000	3	0,1004653	0,014745
1240	Этилацетат	ПДК м/р	0,10000	4	0,1404444	0,000000
1319	Диметоксиметан	ПДК м/р	0,05000	4	0,0112778	0,000325
1325	Формальдегид	ПДК м/р	0,05000	2	3,0119531	85,360548
1401	Пропан-2-он	ПДК м/р	0,35000	4	0,0656097	0,006778
1716	Одорант СПМ	ПДК м/р	0,01200	4	0,0000058	0,000045
2154	1-Метокси-2-пропанол ацетат	ПДК м/р	0,50000	4	0,1052683	0,189483
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	ПДК м/р	5,00000	4	0,1235608	0,080447
2732	Керосин	ОБУВ	1,20000		5,5234321	15,317344

Продолжение табл. 1

2735	Масло минеральное нефтяное	ОБУВ	0,05000		0,0021600	0,000694
2750	Сольвент нафта	ОБУВ	0,20000		0,0781083	0,004921
2752	Уайт-спирит	ОБУВ	1,00000		0,8389582	0,342512
2754	Алканы C ₁₂ -C ₁₉ (в пересчете на С)	ПДК м/р	1,00000	4	0,0661236	0,695151
2868	Эмульсол	ОБУВ	0,05000		0,0000107	0,000064
2877	Петролейный эфир	ОБУВ	0,20000		0,0877100	0,157878
2902	Взвешенные вещества	ПДК м/р	0,50000	3	0,0767334	0,219354
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂	ПДК м/р	0,30000	3	0,0008091	70,002119
2930	Пыль абразивная	ОБУВ	0,04000		0,1147040	0,237994
2932	Пыль акрилонитрилбутадиенстирольных пластиков (АБС-2020)	ОБУВ	0,03000		0,0008400	0,000073
2936	Пыль древесная	ОБУВ	0,50000		645,3626	83,011197
2952	Пыль текстолита	ОБУВ	0,04000		0,0002140	0,000008
3803	Ацетоксим	ОБУВ	0,10000		0,0077583	0,013965
Всего веществ: 57					714,5356	1109,73374
в том числе твердых: 23					647,378422	158,483669
жидких/газообразных: 34					67,1571818	951,2501

На рис. 3 представлена абсорбционно-биохимическая установка, которая внедрена на деревообрабатывающем предприятии в цех импрегнирования № 4.

Принцип работы АБХУ основан на естественных природных процессах растворимости вредных органических веществ в технической воде с последующим их биохимическим окислением при помощи микроорганизмов – деструкторов до безвредных составляющих: воды и углекислого газа. Основными составными частями АБХУ являются: скруббер, биореактор, вентилятор и водяной насос. В скруббере происходит улавливание вредных веществ, а в биореакторе – их нейтрализация. Циркуляция раствора происходит по замкнутому циклу «скруббер – биореактор», при этом сток в канализацию отсутствует [5].

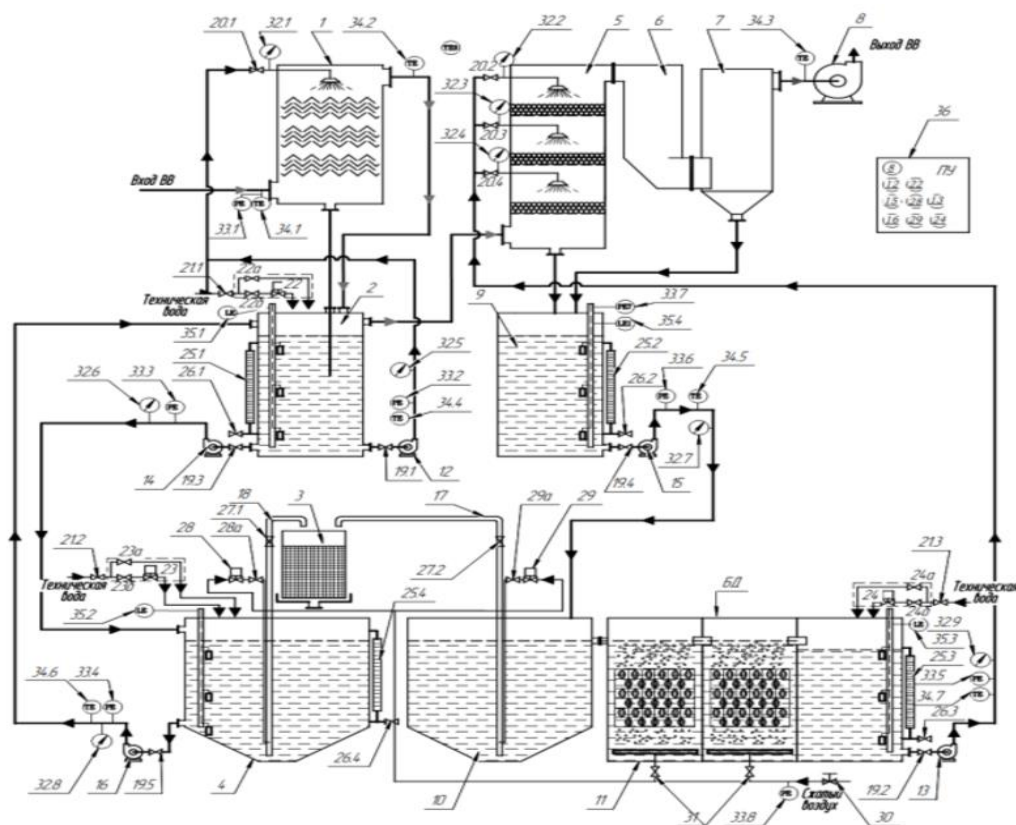


Рис. 3. Абсорбционно-биохимическая установка

Примечание: 1 –охладитель, 2 –емкость охладителя, 3 –шламосборник, 4 –осветлитель, 5 –скруббер, 6 –короб, 7 –каплеуловитель, 8 –вентилятор, 9 –приемная емкость скруббера, 10 –отстойник, 11 –биореактор, 12-16 –насосы, 17,18 –эрлифты, 19-21, 26, 27 –краны, 22-24,28,29 –электромагнитные клапаны, 25 –уровнемеры, 30-регулятор сжатого воздуха, 31,32 –манометры, 33-датчики давления, 34 –датчики температуры, 35 –датчики уровня, 36 –пульт управления.

В качестве рабочей жидкости используется вода. В качестве биогенных добавок используются комплексные сельскохозяйственные удобрения в соответствии с действующими ТНПА, содержащие ионы азота аммонийного, фосфатов и калия, свободно реализуемые в розничной торговой сети, (например, «Азофоска» ТУ 113-03-466-91 с изм. 1,2,3,4,5 марки НРК 16-16-16; «Аммофоска универсал» (бесхлорная с м/э) марки А НРК 15-15-12 ТУ 2186-004-56937109-2002, «Азотно-фосфорно-калийное удобрение»).

Образующийся шлам после осушки-72223111335 осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод обезвоженный практически неопасный [6].

В табл. 2 представлен протокол лабораторных исследований на эффективность очистки выбросов. Пробы на установке отобраны 1 раз, поэтому данные по эффективности очистки пока не окончательные. Лаборатория, отбиравшая пробы формальдегида, не смогла выполнить отбор пробы на входе в АБХУ, так как действующая методика «М-11» («Методика выполнения измерений массовой концентрации аммиака в промышленных выбросах в атмосферу фотометрическим методом») ограничивает температурный режим до 50 С [7]. Фактическая температура воздуха на входе из источника -94С. Таким образом, мониторинг проводился только на выходе из АБХУ и показал значение 24 мг/м³.

Таблица 2

Анализ эффективности очистки вентвоздуха

Определяемая характеристика	Результат измерений мг/м.куб.	Объемный расход ГВС м.куб/с	Массовый выброс г/с
Формальдегид-выход	33,09	8,05	0,273
Аммиак -вход	130	8,11	1,05
Аммиак -выход	23,7	8,05	0,19
Эффективность очистки			81,9%

Аммиак, согласно предоставленному протоколу, на входе в АБХУ показал 135 мг/м³, на выходе из АБХУ составил 34 мг/м³. Эффективность очистки составила – 81,9%.

Заключение

Таким образом, на основании данных табл. 2 выявлено, что установка АБХУ имеет следующие преимущества:

- 1) установка не имеет сложных узлов и очень простая в обслуживании;
- 2) дешевые биогенные добавки;
- 3) достаточно хорошая эффективность очистки;
- 4) циркуляция раствора происходит по замкнутому циклу «скруббер – биореактор», при этом сток в канализацию отсутствует.

Недостатки заключаются в следующем:

- 1) большой расход воды – 0,2-0,3 м³/час;
- 2) высокая стоимость установки и монтажа;
- 3) высокий уровень шумового загрязнения (работа вентиляторов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родзин В.И., Семенцов Г.В. Основы экологического мониторинга: учеб. для инж. вузов / под ред. Н.Г. Малышева. Таганрог: ТРТИ, 1988. 259 с.
2. Абсорбционно-биохимическая установка. URL: <https://tgdaily.ru/2017/02/12/absorbicionno-biohimicheskie-ustanovki/> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Захарова А.В. Влияние формальдегида на организм // Международный студенческий научный вестник. 2014. № 3. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11900> (дата обращения: 15.10.2023).
4. Зеленин К.Н. Органические вещества атмосферы // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 4. С. 39 – 44.
5. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. 100 с.
6. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. М.: Мир, 2007. 294 с.
7. Мониторинг содержания формальдегида в атмосферном воздухе в городах РФ / С.В. Афанасьев, О.С. Рощенко, А.С. Афанасьев, Л.В. Петрушечкина // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов 4 Международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической

конференции ELPIT- 2013. Тольятти-Самара, 18-22 сент., 2013). Тольятти-Самара. 2013. С. 8 – 13.

Поступила в редакцию 21.12.2023

Сведения об авторе

Борисова Елена Анатольевна

к.б.н., доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды, Институт гражданской защиты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1/4, г. Ижевск, Россия.

E-mail e_borisova75@mail.ru

E.A. Borisova

SOME PROPOSALS FOR INTRODUCTION OF ABSORPTION-BIOCHEMICAL UNIT AT A WOODWORKING ENTERPRISE OF UDMURTIA

Annotation. Mechanical shops of wood processing, production of glued plywood, chipboard, fiberboard, laminated boards, laminated plastic and drying shops are the main source of industrial air pollution of woodworking enterprises. The quantity and quality of pollutant emissions depend on the composition and type of raw materials and the materials used in production. For example, the percentage of formaldehyde contained in a particular grade of resin used for the production of particleboard significantly changes the mass of pollutant emissions. This paper considers the impact of a woodworking enterprise on the atmospheric air. The existing methods of industrial emissions cleaning are considered. The level of negative impact of a woodworking enterprise on the atmospheric air is determined. Technical characteristics of absorption-biochemical unit ABCHU - UV3-30/2021 PS and estimation of efficiency of ventilation air purification are given.

Keywords: absorption-biochemical unit, volatile organic compounds, gas purification unit, pollutant, woodworking enterprise, ventilation air purification.

For citation: Borisova E.A. [Some proposals for introduction of absorption-biochemical unit at a woodworking enterprise of Udmurtia] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 1. (In Russ.). Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 70–81. DOI: 10.34828/UdSU.2024.61.96.006.

REFERENCES

1. Rodzin V.I., Sementsov G.V. Osnovy ekologicheskogo monitoringa [Fundamentals of environmental monitoring]: *ucheb. dlya inzh. vuzov*. In N.G. Malysheva (ed). Taganrog: TRTI, 1988, 259 p. (In Russ.).
2. Absorbtsionno-biokhimicheskaya ustanovka [Absorption and biochemical installation]. Available at: <https://tgdaily.ru/2017/02/12/absorbtsionno-biokhimicheskie-ustanovki/>. (accessed: 15.10.2023). (In Russ.).
3. Zakharova A.V. Vliyanie formal'degida na organizm [The effect of formaldehyde on the body]. *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik [International Student Scientific Bulletin]*. 2014, no. 3. Available at: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=11900> (accessed: 15.10.2023).
4. Zelenin K.H. Organicheskie veshchestva atmosfery [Organic substances of the atmosphere]. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal [Soros Educational Journal]*. 1998, no. 4, pp. 39 – 44. (In Russ.).

5. Loginov O.N. *Biotekhnologicheskie metody ochildki okruzhayushchei sredy ot tekhnogennykh zagryaznenii*. [Biotechnological methods of environmental purification from man-made pollution]. Ufa: literatury «Reaktiv». Publ., 2000, 100 p. (In Russ.).
6. Goldovskaya L.F. *Khimiya okruzhayushchei sredy* [Environmental chemistry]. Moscow: Mir, 2007, 294 p. (In Russ.).
7. Afanas'ev S.V., Roshchenko O.S., Afanas'ev A.S., Petrushechkina L.V. Monitoring sodержaniya formal'degida v atmosfernom vozdukh v gorodakh RF [Monitoring of formaldehyde content in atmospheric air in cities of the Russian Federation]. *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti promyshlennno-transportnykh kompleksov: sbornik trudov 4 Mezhdunarodnogo ekologicheskogo kongressa (VI Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii ELPIT- 2013. Tol'yatti-Samara, 18-22 sent., 2013)*. [Ecology and life safety of industrial and transport complexes: proceedings of the 4th International Ecological Congress (VI International Scientific and Technical Conference ELPIT- 2013)]. Tolyatti-Samara, 2013, pp. 8 – 13. (In Russ.).

Received 21.12.2023

About the Author

Borisova Elena Anatolyevna

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of environmental engineering, Institute of civil protection, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt state University", 426034, Universitetskaya str., 1/4, Izhevsk, Russia.

E-mail: e_borisova75@mail.ru