

**УДК 504.05**

Цешковский В. М., студент, центр химической инженерии  
Носова А. О., ассистент, кандидат технических наук, центр химиче-  
ской инженерии  
Университет ИТМО

Tseshkovskiy V. M., student, Chemical Engineering Center  
Nosova A. O., Ph.D. in Engineering, Assistant, Chemical Engineering  
Center  
ITMO University

**Оценка воздействия на окружающую среду деятельности по  
эксплуатации фабрики обогащения угля мокрым способом  
(на примере предприятия, расположенного в Карагандинской области  
Республики Казахстан)**

**Impact assessment on the environment of wet coal enrichment plant  
(based on the model of the Karaganda region plant)**

Горнодобывающая и горно-обогатительная промышленность, развитая в Республике Казахстан, может оказывать значительное негативное воздействие на окружающую среду. Среди основных аспектов необходимо выделить выбросы вредных веществ в воздушный бассейн, в частности при выполнении таких видов работ как транспортировка материала; пересыпка и выемка почвенно-растительного слоя, в том числе на площадках хвостохранилищ и отвалов; дробление и грохочение породы, а также иное отрицательное воздействие на почву и воду. При проектировании новых предприятий крайне актуальными вопросами являются как анализ потенциального воздействия, так и разработка решений, позволяющих его скорректировать.

Целью работы является анализ деятельности проектируемого на территории Карагандинской области Республики Казахстан предприятия по обогащению угля с точки зрения воздействия на окружающую среду для разработки предложений по максимальному нивелированию прогнозируемого отрицательного воздействия рассматриваемой деятельности.

Для анализа потенциального воздействия предприятия на атмосферный воздух были определены участки наибольшего пыления внутри технологического процесса предприятия. Ввиду того, что основной технологический основной процесс обогащения угля на предприятии характеризуется обильным поступлением оборотной воды, эмиссии загрязняющих веществ в атмосферный воздух будут осуществляться вовремя следующих операций, осуществляемых в дробильно-сортировочном комплексе:

- погрузка необогащенного угля в питатель качающийся;

- подача на неподвижное сито после питателя качающегося;
- подача материала в щековую дробилку, после чего раздробленный уголь ссыпается на конвейер;
- подача с конвейера на грохот инерционный;
- подача материала после инерционного грохота в валковую дробилку;
- возвращение дробленого угля на конвейер для подачи в основной процесс обогащения;
- выгрузка пустой породы за пределы основного здания (на временный склад);
- выгрузка высокозольного угля на временный склад;
- выгрузка концентрата на временный склад.

Складирование указанных материалов также определено в качестве источников выбросов.

Согласно расчетным данным, объем эмиссий от источников выбросов, рассмотренных выше, составит 477 т/год. По результатам расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, выполненном в программном комплексе ЭРА (версия 3.0), была построена область воздействия, представленная на рисунке 1 [1].

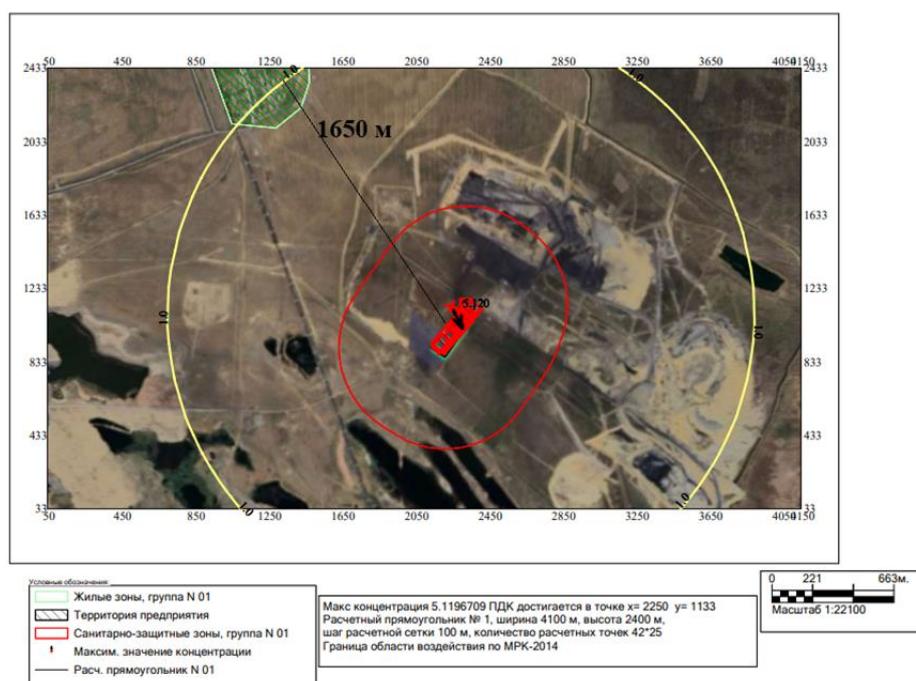


Рисунок 1 – Область воздействия в период эксплуатации фабрики

Концентрации загрязняющих веществ внутри области воздействия превышают установленные законодательством значения качества атмосферного воздуха (1,0 ПДК м.р.) [2]. На рисунке 1 показано, что область химического воздействия входит в границы ближайшей жилой зоны, что является нарушением природоохранного и санитарного законодательств, а также несет риски ухудшения здоровья людей проживающих на данной

территории. Данные условия являются существенным поводом для запрета реализации деятельности по эксплуатации обогатительной фабрики со стороны уполномоченных государственных органов.

По результатам работы выяснено, что для снижения антропогенной нагрузки рассматриваемого производства на атмосферный воздух необходимо предусмотреть внедрение газоочистного оборудования, а также оценить воздействие на атмосферный воздух с учетом применения системы очистки выбросов. К внедрению предлагается применение фильтрующей установки, оснащенной рукавными фильтрами. Функционирование системы рукавной фильтрации устроено следующим образом: запыленный воздух из зоны образования загрязнений втягивается через приемный узел и поступает в агрегат, где проходит стадия предварительного отделения: более тяжелые частицы по инерции теряют скорость и осаждаются на ленточном транспортере. Мелкодисперсная фракция движется дальше к фильтроэлементам и образует слой осадка на наружной поверхности фильтрующего материала рукавов. После этого очищенный поток проходит сквозь ткань внутрь, попадает в венткамеру и отводится наружу. Фильтрующий блок укомплектован 120 вертикальными антистатическими рукавами. Объем выбросов, с учетом применения системы очистки, по результатам расчетов будет снижен более чем на 476 т/год, т.к. эффективность очистки составляет 99,9%.

По результатам расчета рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе была построена область химического воздействия с учетом применения системы очистки, представленная на рисунке 2.

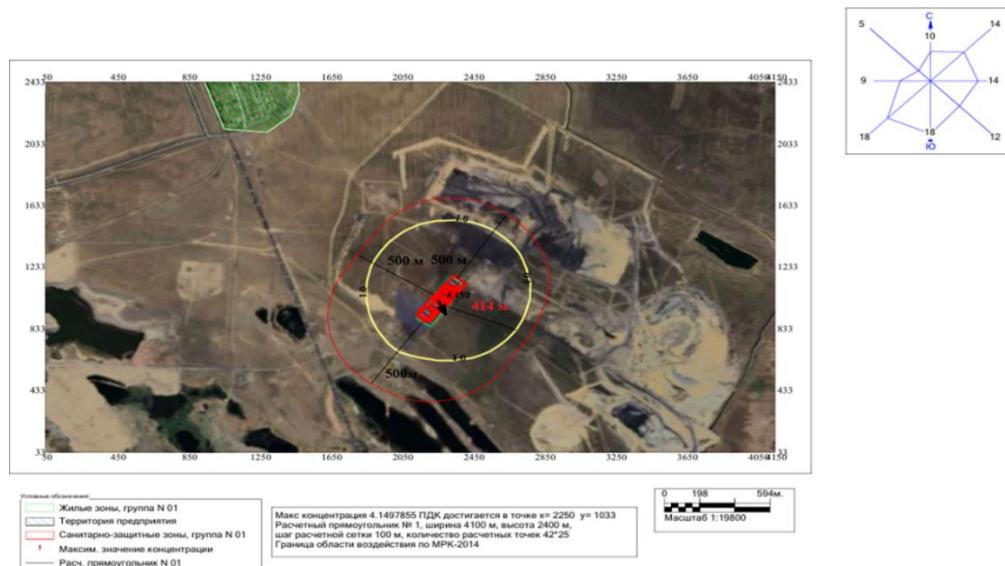


Рисунок 2 – Область воздействия в период эксплуатации фабрики (с учетом применения системы очистки)

Исходя из рисунка 2, можно сделать вывод, что границы области воздействия были сокращены до 414 метров (максимально), что исключает превышение установленных законодательством значений качества

атмосферного воздуха (1,0 ПДК м.р.) [2].

В рамках выполнения работы был проведен анализ необходимого объема технической воды, необходимой для устойчивого функционирования предприятия, который можно назвать значительным (более 38000 м<sup>3</sup>/год согласно расчетным данным, полученным исходя из объема емкости оборотной воды и объема ее пополнения при влаге исходного угля равной 5%).

В качестве источника технической воды предлагается использовать карьерные воды предприятия, занимающегося добычей угля открытым способом. Данное решение позволит устранить проблему со сбросом карьерных вод на рельеф местности добывающего предприятия, а также обеспечить обогатительную фабрику необходимым количеством технической воды. Однако, необходимо отметить, что повторное использование воды при обогащении угля должно составлять не менее 94,5% [3]. В целях минимизации негативного воздействия на окружающую среду предлагается использование системы оборотного водоснабжения в технологическом процессе предприятия.

Анализ предполагаемого образования отходов производства и потребления показал, что их общий объем составит 163900 т/год (согласно расчетным данным по объему выхода пустой породы и шламов, количеству поступающего на фабрику сырья). Из них большая часть является отходами обогащения (пустая порода и шламы) – 163600 т/год. Отходы пустой породы и шламов являются неопасными отходами, согласно проведенным лабораторным исследованиям данные отходы близки по составу со вскрышной породой, которая образуется в процессе добычи угля на месторождении. Данный факт объясняется тем, что в процессе обогащения, технологией не предусмотрено применение химических реагентов, т.к. технология построена на разделении породы посредством использования воды. Однако, необходимо отметить, что в случае складирования отходов обогащения без их дальнейшего применения, необходима организация отвального хозяйства, что повлечет за собой выделение дополнительных земельных участков и способно привести к деградации почвенного покрова на занимаемых территориях. Данная деятельность повлечет за собой и материальные затраты, на аренду земель под расположение отвального хозяйства, разработку и согласование проекта отвала, а также его обустройство (формирование отвала, его ограждение, подъездные пути).

В целях решения проблемы размещения отходов обогащения предлагается использовать данные отходы в качестве рекультивационного слоя при осуществлении технического этапа рекультивации карьера по добыче угля. Как было сказано ранее, согласно проведенным лабораторным исследованиям, отходы пустой породы и шламов относятся к неопасным отходам. Важно отметить, что данные отходы близки по составу вскрышной породе, образующейся при добыче угля. Предлагаемое решение соответствует принципам рационального недропользования и обращения с отходами.

Помимо вышесказанного, также необходимо учитывать, что рассматриваемое предприятие является объектом I категории по уровню негативного воздействия на окружающую среду [4]. Для указанных предприятий необходимо наличие Комплексного экологического разрешения (далее – КЭР), которое выдается в соответствии с Правилами выдачи экологических разрешений [4,5]. В свою очередь, для получения КЭР необходимо соответствие применяемых техник, наилучшим доступным технологиям (далее – НДТ), а также технологическим показателям установленным для НДТ [6,7]. НДТ является технология производства продукции, которая определяется на основании современных достижений науки и техники, и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии технической возможности и целесообразности ее применения [8]. Также, необходимо отметить, что для процессов грохочения, дробления и транспортировки, установлены технологические показатели равные 20 мг/Нм<sup>3</sup> [7].

В рамках выполнения санитарного законодательства Республики Казахстан и благоустройства территории предприятия необходимо предусмотреть озеленение не менее 50% территории, входящей в санитарно-защитную зону (далее – СЗЗ) [3]. Согласно санитарной классификации СЗЗ предприятия составляет 500 метров. Карагандинская область относится к сухим безлесным степям, для высадки возможно рассматривать следующий ассортимент деревьев: береза, вяз обыкновенный, вяз (карагач) мелколистный, рябина обыкновенная, тополь китайский пирамидальный, тополь берлинский, яблоня сибирская, ясень зеленый, ясень обыкновенный, ива белая (форма плакучая), клен ясенелистный. При этом, из перечисленного списка устойчивыми к промышленным выбросам (характерным для проектируемого предприятия) являются: ива белая (форма плакучая), клен ясенелистный [11]. Таким образом, в рамках реализации планируемого озеленения по результатам расчетов предусмотрена поэтапная высадка 14080 саженцев клена ясенелистного в течение 30 лет.

Подводя итог, в ходе выполнения анализа деятельности предприятия по обогащению угля мокрым способом на окружающую среду были определены участки наибольших эмиссий в атмосферный воздух и их количественные характеристики. Согласно имеющимся данным, был произведен расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе без учета эксплуатации системы очистки. В рамках данного расчета была определена область воздействия предприятия на атмосферный воздух (максимально 1650 м), внутри которой концентрации загрязняющих веществ превышают установленные законодательством Республики Казахстан нормативы качества атмосферного воздуха. Для снижения негативного воздействия на атмосферный воздух, предлагается внедрение системы очистки, состоящей из фильтрующей установки, оснащенной рукавными фильтрами. По результатам расчета рассеивания, с учетом применения данной системы, область

воздействия была сокращена до 414 м, что соответствует размерам минимальной СЗЗ для обогатительных фабрик с мокрым процессом обогащения [3]. Для снижения негативного воздействия на почвы было предложено исключение эксплуатации отвального хозяйства отходов обогащения. Ввиду отсутствия опасности данных отходов предлагается их использование для технического этапа рекультивации карьера по добыче угля совместно со вскрышной породой. Дополнительно, предусмотрено озеленение территории, входящей в СЗЗ предприятия, саженцами клена ясенелистного.

### Список литературы

1. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63 «Об утверждении Методик определения нормативов эмиссий в окружающую среду». URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (дата обращения 17.10.2025);
2. Приказ Министра водных ресурсов и ирrigации Республики Казахстан от 4 июня 2025 года №108-НҚ «Об утверждении укрупненных норм водоп отребления и водоотведения». URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (дата обращения 17.10.2025);
3. Приказ и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 11 января 2022 года № ҚР ДСМ-2 «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к санитарно-защитным зонам объектов, являющихся объектами воздействия на среду обитания и здоровье человека». URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (дата обращения 17.10.2025);
4. Экологический Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (дата обращения 17.10.2025).
5. Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 9 августа 2021 года № 319 «Об утверждении Правил выдачи экологических разрешений, представления декларации о воздействии на окружающую среду, а также форм бланков экологического разрешения на воздействие и порядка их заполнения» URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (дата обращения 17.10.2025);
6. Постановление Правительства Республики Казахстан от 27 декабря 2023 года №1201 «Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам «Добыча и обогащение угля»»;
7. Постановление Правительства Республики Казахстан от 11 марта 2024 года № 159 «Об утверждении заключений по наилучшим доступным техникам «Производство алюминия», «Добыча нефти и газа», «Производство изделий дальнейшего передела черных металлов», «Добыча и обогащение угля», «Производство чугуна и стали», «Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности»;
8. ГОСТ 56828.32-2017 «НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. Ресурсосбережение. Методологии идентификации» URL [www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (дата обращения 17.10.2025);

9. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения окружающей среды. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. //Институт по исследованию перспективных технологий. Отдел конкурентоспособности и устойчивого развития Европейского бюро по комплексному предотвращению и контролю загрязнений окружающей среды, 2006. – 93 стр.;

10. СП РК 2.04-01-2017 «СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ» // Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан, 2017. – 12 стр.;

11. ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя «Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий», 1984. – 31 стр.

### References

1. Order of the Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated March 10, 2021 № 63 «On approval of the Methodologies for determining emission standards into the environment.» URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (date of access 17.10.2025);

2. Order of the Minister of Water Resources and Irrigation of the Republic of Kazakhstan dated June 4, 2025 №108-НҚ «On approval of consolidated standards for water consumption and disposak» URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (date accessed October 17, 2025);

3. Order of the Acting Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated January 11, 2022 № КР ДСМ-2 «On approval of the Sanitary Rules «Sanitary and Epidemiological Requirements for Sanitary Protection Zones of Facilities Impacting the Human Environment and Health.» URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (date accessed 17.10.2025);

4. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 №400-VI 3PK URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (date of access 10/17/2025);

5. Order of the Acting Minister of Ecology, Geology, and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated August 9, 2021 № 319 «On Approval of the Rules for Issuing Environmental Permits, Admitting Environmental Impact Declarations, as well as Environmental Impact Permit Forms and the Procedure for Completing Them» URL [www.adilet.zan.kz](http://www.adilet.zan.kz) (accessed October 17, 2025);

6. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 27, 2023 № 1201 «On Approval of the Best Available Techniques Reference Document «Coal Mining and Enrichment»;

7. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated March 11, 2024 № 159 «On Approval of the Conclusions on the Best Available Techniques «Aluminum Production», «Oil and Gas Production», «Manufacture of Ferrous Metal Products of Further Processing», «Coal Mining and

Enrichment», «Iron and Steel Production», «Energy Efficiency in the Implementation of Economic and (or) Other Activities»;

8. GOST 56828.32-2017 «BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES. Resource Conservation. Identification Methodologies» URL [www.docs.cntd.ru](http://www.docs.cntd.ru) (date of access 17.10.2025);

9. Integrated Prevention and Control of Environmental Pollution. Reference Document on the Best Available Technologies. // Institute for the Study of Advanced Technologies. Competitiveness and Sustainable Development Division of the European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau, 2006. – 93 p.;

10. Building regulations of the Republic of Kazakhstan 2.04-01-2017 «CONSTRUCTION CLIMATOLOGY» // Committee on Construction, Housing and Public Utilities of the Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan, 2017. – 12 p.;

11. Urban planning of the State Civil Construction Committee «Guidelines for the design of sanitary protection zones of industrial enterprises», 1984. – 31 p.