

Е. Н. Мелентьева, А. В. Румянцева,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА

The article discusses the environmental aspects of polyethylene production. The negative impact on the environment within each stage of polyethylene production is considered. Describes the activities of enterprises in the field of environmental protection.

Рынок полимеров является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов мировой химической промышленности. За последние десятилетия производство и потребление полимеров значительно возросли, что обусловлено его уникальными свойствами и широким спектром применения.

Наиболее популярным видом полимеров является полиэтилен, представляющий собой термопластичный полимер, получаемый посредством полимеризации этилена с мономерами. Существует два основных вида полиэтилена: полиэтилен низкой плотности (высокого давления) и полиэтилен высокой плотности (низкого давления).

Российский рынок полиэтилена находится на непрерывной стадии роста последние 5 лет. В 2023 г. выпуск полимеров этилена российскими предприятиями составил 3536 тыс. т, что на 1,4 % выше, чем в предыдущем году. Среднегодовой прирост производства полимеров этилена в первичных формах в период с 2019 по 2023 гг. составил 12,63 % [1].

Наряду с ростом производства полиэтилена выросло его негативное воздействие на окружающую среду. Нефтехимическая отрасль является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. В процессе переработки нефти в воздух, водные ресурсы и почву попадают различного рода вредные вещества. В 2022 г. отраслью было образовано 157 тыс. т отходов производства и потребления, за последние 5 лет рост составил более 400 % [2].

Технологический процесс производства полиэтилена включает три основных этапа.

Первый этап представляет собой подготовку сырья, а именно очистку сырья от примесей и загрязнений, а также регенерацию катализаторов, используемых при очистке. Данный этап характеризуется наибольшим образованием вредных веществ, оказывающих негативное влияние на окружающую среду (табл. 1).

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу
при производстве полиэтилена [3]

Загрязняющее вещество	Класс опасности	Масса выбросов загрязняющих веществ в расчете на 1 т продукции, кг/т	
		Минимальное значение	Максимальное значение
Взвешенные вещества	-	-	0,072
Этилен	4	2,45	6,7
Углерода оксид	4	-	0,93
Бутилен	4	0,011	0,053
Предельные углеводороды C ₁ -C ₅ (исключая метан)	3	0,040	0,31
Предельные углеводороды C ₆ -C ₁₀	3	-	0,022
Азота диоксид	3	0,0012	0,093
Ацетальдегид	3	-	0,00018
Азота оксид	2	0,00021	0,16
Бенз(а)пирен	1	-	-

На втором этапе происходит синтез полиэтилена в реакторе с использованием инициаторов и катализаторов – этап является основным при производстве полиэтилена. В процессе полимеризации этилена возможно образование окиси этилена, которая может быть очищена и продана в качестве

побочного продукта, а также бенз(а)пирена, относящегося к 1 классу опасности. При этом стоит отметить, что выбросы загрязнений в рамках второго этапа чаще всего связаны с нарушением работы технологического оборудования.

Также, в зависимости от используемой технологии и оборудования могут варьировать удельные показатели выбросов загрязняющих веществ. Так, при производстве полиэтилена в трубчатом реакторе выбросы этилена варьируются от 2,45 до 5,62 кг/т, в автоклавном реакторе – от 2,50 до 6,70 кг/т, при использовании газофазной технологии производства полиэтилена низкого давления – до 3,33 кг/т, при использовании суспензионной технологии – до 0,058 кг/т [3].

На последнем этапе производства, называемом «грануляция», возможно образование в воздухе полиэтиленовой крошки, которая при нагревании может выделять органические кислоты, формальдегид и ацетальдегид, а также окись этилена. Все эти вещества при превышении предельно допустимой концентрации приводят к острым и хроническим отравлениям [4].

Помимо выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, производство полиэтилена также характеризуется сбросами химических веществ в водные объекты. Вода в процессе полимеризации может использоваться в качестве растворителя или реагента, охлаждающей жидкости, жидкости для промывки и очистки готового продукта.

В результате производственных процессов в воду попадают химические вещества, несущие вред окружающей среде и человеку (табл. 2).

Загрязненная вода направляется на нейтрализацию и очистку (механическую и биологическую), после чего может быть возвращена в производственный процесс. Контроль за деятельностью предприятий в области охраны окружающей среды осуществляется в рамках нормативно правовых актов, центральным документом является Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. Среди основных задач закона выделяют: сохранение природной среды; предупреждение и устранение негативного воздействия на природу и человека; качества окружающей среды.

Сбросы загрязняющих веществ при производстве полиэтилена [3]

Загрязняющее вещество	Класс опасности	Масса выбросов загрязняющих веществ в расчете на 1 т продукции, кг/т	
		Минимальное значение	Максимальное значение
Взвешенные вещества	-	0,017	0,62
ХПК	-	0,042	1,85
Нефтепродукты	-	-	0,032

Предприятия нефтехимической отрасли в рамках своих обязанностей, закрепленных в ФЗ, должны прилагать все усилия для снижения негативной нагрузки на природу. Контроль за уровнем выбросов и сбросов возложен на предприятие и государственные органы. Закон устанавливает значения предельно допустимых выбросов и сбросов для каждого вредного вещества или химического соединения, которые должны соблюдаться предприятиями. Несоблюдение норм влечет за собой крупные штрафы, а также временную или полную остановку производственного процесса [5].

Производители полиэтилена, как и все предприятия нефтехимической отрасли, осуществляют управление в сфере экологии по трем основным направлениям: охрана водных ресурсов; охрана атмосферного воздуха; управление отходами.

Деятельность предприятия в рамках охраны водных ресурсов при производстве полиэтилена включает в себя модернизацию экологической инфраструктуры и оборудования, снижение водопотребления и повышение качества очистки используемых ресурсов. Снижение негативного влияния на водные ресурсы может быть достигнуто путем более тщательной очистки сточных вод, повторного использования очищенной воды в производственных процессах, контроля работы очистных сооружений и своевременного устранения дефектов оборудования. Последние разработки позволяют внедрять

информационные технологии для повышения эффективности работы водоочистных и водооборотных систем.

Деятельность предприятия в рамках охраны атмосферного воздуха включает программы экологического контроля на источниках выбросов, а также на границах санитарно-защитных зон, мониторинг метеорологической ситуации, контроль исправной работы оборудования, в том числе повышение бесперебойности его работы и снижение аварийных ситуаций. Снижение нагрузки на атмосферу может быть достигнуто путем своевременной реконструкции и модернизации оборудования, повышения качества очистки факельных сооружений.

Таким образом, производство полиэтилена неразрывно связано с негативным воздействием на окружающую среду, что требует активной работы экологического менеджмента на предприятиях. Образование токсичных отходов, загрязнение сточных вод и газовые выбросы сопровождают технологический процесс производства на всех стадиях. Деятельность в области повышения экологичности производственных площадок становится не только обязательством на законодательном уровне, но и личной ответственностью каждого предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семягин, Д. А. Рынки сбыта российских базовых полимеров 2023 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rupec.ru/articles/52783/> (дата обращения: 11.04.2024).

2. Федеральная служба государственной статистики. Образование отходов производства и потребления по ОКВЭД2 от 31.05.2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 11.04.2024).

3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 32–2020 (вступил в силу с 01.09.2023).

4. ТУ 38.32.33–001–44971101–2017 Гранулы вторичные. Технические условия.

5. Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 25.12.2023).

E. Melenteva, A. Rumyantseva,
Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF POLYETHYLENE PRODUCTION