

**УДК 54****Вайдашевич Т.М.,**Студентка 5 курса факультета химико-биологических и географических наук,  
ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск**Акуленко Д.С.,**Студентка 4 курса факультета химико-биологических и географических наук,  
ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск**Штокина Е.А.,**Студентка 4 курса факультета химико-биологических и географических наук,  
ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск**Вишневец А.А.,**Студентка 4 курса факультета химико-биологических и географических наук,  
ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск,**Кацнельсон Е.И.,**Старший преподаватель кафедры химии и естественнонаучного образования,  
ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАЗЦОВ ВОДЫ ПО ОСНОВНЫМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ****Аннотация**

Во всем мире признается стратегическая роль водных ресурсов в сохранении природных экосистем и в социально-экономическом развитии любой страны. На сегодняшний день актуален вопрос качества воды, поскольку ее загрязнение приводит к дефициту воды даже в регионах, в достаточной мере обеспеченных водными ресурсами. Вода является главным фактором для поддержания здоровья человека, однако большинство водных объектов подвергаются антропогенному и техногенному загрязнению. Загрязнение водных экологических систем представляет колоссальную опасность для всех живых организмов и населения.

**Ключевые слова:**

контроль качества воды, водородный показатель, общая минерализация, жесткость общая, окисляемость перманганатная; концентрации: железа общего, марганца, меди, нитратов, хлоридов, сульфатов, свободного остаточного хлора, нитритов, аммиака и ионов аммония.

Качество воды устанавливается по характеристике состава и свойств воды, определяющих её пригодность для конкретного вида водопользования. Качество воды оценивается комплексом физико-химических показателей, большинство из которых применяется для оценки воды любого происхождения и назначения. Однако, в зависимости от степени загрязненности воды и вида водопользования, число и набор показателей, достаточных для характеристики её качества, может существенно меняться [1].

В настоящее время обеспечение населения качественной и безопасной водой является приоритетной задачей государственной важности, поэтому интерес к контролю качества воды в настоящее время повышен. Основные направления деятельности в области использования и охраны водных ресурсов Республики Беларусь, определены в Национальной стратегии управления водными ресурсами до 2030 года, а также Целью устойчивого развития государства № 6 «Чистая вода и санитария», которая включает обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех типов водных ресурсов [2, 3].

Качество потребляемой воды характеризуется её составом, основными свойствами. Они определяют её пригодность для использования в различных сферах человеческой деятельности. На

основании этих характеристик и сформирован определенный норматив качества воды. Источники воды бывают естественного или антропогенного происхождения. От происхождения источников воды зависит и её качество [4].

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу, иметь благоприятные органолептические свойства [5].

Гигиенические требования к качеству питьевой воды, а также правила контроля качества воды, устанавливаются гигиеническим нормативом «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37; санитарными правилами и нормами 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10–124 РБ 99», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19 октября 1999г. № 46, с изменениями, утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 26 марта 2002 г. № 16 [5, 6].

Безопасность питьевой воды в эпидемиологическом отношении определяется отсутствием в ней болезнетворных бактерий, вирусов и простейших микроорганизмов, её соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям [7].

**Цель:** оценить качество питьевой воды из системы централизованного питьевого водоснабжения по физико-химическим показателям на примере Миорского района.

**Материалы и методы исследования.** Исследование качества питьевой воды централизованного водоснабжения по санитарно-химическим показателям проводилось в аккредитованной лаборатории Миорского районного центра гигиены и эпидемиологии.

Лабораторный отдел аккредитован Государственным предприятием «Белорусский государственный центр аккредитации» на соответствие ГОСТISO/IEC 17025-2019 (ISO/IEC 17025:2017, IDT). Аттестат аккредитации: № ВУ/112 1/1313, действует до 16.07.2027 года [8].

Согласно области аккредитации, вода питьевая централизованного водоснабжения исследуется на следующие санитарно-химические показатели (физико-химические и химические): водородный показатель (ед. рН), общая минерализация (мг/дм<sup>3</sup>), жесткость общая (градус), окисляемость перманганатная (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>); концентрации: железа общего (мг/дм<sup>3</sup>), марганца (мг/дм<sup>3</sup>), меди (мг/дм<sup>3</sup>), нитратов (мг/дм<sup>3</sup>), хлоридов (мг/дм<sup>3</sup>), сульфатов (мг/дм<sup>3</sup>), свободного остаточного хлора (мг/дм<sup>3</sup>), нитритов (мг/дм<sup>3</sup>), аммиака и ионов аммония (мг/дм<sup>3</sup>).

Определение водородного показателя осуществляется в соответствии с требованиями Государственного стандарта Республики Беларусь ISO 10523-2017 «Качество воды. Определение рН», утвержденного и введенного в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 26 октября 2009 г. № 55.

Определение общей минерализации (сухого остатка) в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 18164-72 «Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка», утвержденного Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР 09.09.1972.

Определение общей жесткости воды питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 31954-2012 «Вода питьевая. Методы определения жесткости», принятого Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 3 декабря 2012 г. № 54).

Определение концентрации марганца в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 4974-2014 «Вода питьевая. Определение содержания марганца фотометрическими методами», принятого

Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 20 октября 2014 г. № 71-П).

Определение концентрации общего железа в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа», утвержденного и введенного в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 09.10.72 №1855.

Определение окисляемости перманганатной в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Государственного Стандарта Республики Беларусь СТБ ISO 8467-2009 «Качество воды. Определение перманганатной окисляемости», утвержденного и введенного в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 30 июля 2009 г. № 37.

Определение концентрации ионов меди в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 4388-72 «Методы определения массовой концентрации меди», утвержденного Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 09.10.72 №1855.

Определение концентрации нитратов в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 33045-2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ», принятым Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 20 октября 2014 г. № 71-П). Фотометрический метод определения содержания нитратов с использованием салициловокислого натрия. Сущность метода заключается во взаимодействии нитратов с салицилово кислым натрием в сернокислой среде с образованием соли нитросалициловой кислоты, окрашенной в желтый цвет, и последующим фотометрическим определением, и расчетом массовой концентрации нитратов в пробе исследуемой воды.

Определение концентрации сульфатов в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 4389-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов», утвержденным и введенным в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28.11.72 № 2145.

Весовой метод (арбитражный). Определение содержания сульфатов основано на осаждении в кислой среде ионов  $SO_4$  хлористым барием в виде сернокислого бария. Точность определения  $\pm 2 \text{ мг/дм}^3 SO_4$ .

Определение концентрации хлоридов в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 4245-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов», утвержденного и введенного в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 09.10.72.

Определение содержания хлорид-иона в воде титрованием азотнокислой ртутью в присутствии индикатора дифенилкарбазона. Хлориды титруют в кислой среде раствором азотнокислой ртути в присутствии дифенилкарбазона, при этом образуется растворимая, почти диссоциирующая хлорная ртуть. В конце титрования избыточные ионы ртути с дифенилкарбазоном образуют окрашенное в фиолетовый цвет комплексное соединение. Изменение окраски в эквивалентной точке выражено четко, в связи с этим конечной титрования определяется с большой точностью [9].

Определение концентрации свободного остаточного хлора в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта «Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора», утвержденного и введенного в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 25.10.72 №1967.

Метод определения свободного остаточного хлора титрованием метиловым оранжевым. Данный

метод основан на окислении свободным хлором метилового оранжевого, в отличие от хлораминов, окислительный потенциал которых недостаточен для разрушения метилового оранжевого.

Определение концентрации нитритов в воде питьевой централизованного водоснабжения осуществляется в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта 33045-2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ», принятым Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 20 октября 2014 г. №71-П).

Фотометрический метод определения содержания аммиака и ионов аммония (суммарно) с использованием реактива Несслера. Настоящий метод основан на способности аммиака и ионов аммония взаимодействовать с реактивом Несслера с образованием окрашенного в желто-коричневый цвет соединения с последующим фотометрическим определением и расчетом массовой концентрации определяемых компонентов в пробе исследуемой воды [10].

**Результаты и их обсуждение.** В 2022 году в санитарно-гигиенической лаборатории Миорского районного центра гигиены и эпидемиологии исследовано 235 проб питьевой воды из источников центрального водоснабжения Миорского района. Отбор проб для лабораторных исследований осуществлялся из водозаборов (артезианских скважин), перед поступлением в распределительную сеть, после станций обезжелезивания, а также в точках водоразбора наружной и внутренней водопроводной сети.

Отобранные пробы исследовались на санитарно-химические показатели в соответствии с областью аккредитации лабораторного отдела Миорского районного центра гигиены и эпидемиологии.

Результаты исследования питьевой воды из источников централизованного водоснабжения (артезианских скважин). В Миорском районе для подачи питьевой воды населению используется 138 артезианских скважин (коммунальных – 37, ведомственных – 101) [8].

В 2022 году на соответствие санитарно-химическим и органолептическим показателям исследовано 32 пробы питьевой воды из артезианских скважин (из коммунальных – 14 проб, из ведомственных – 18). По результатам исследований не соответствуют гигиеническим нормативам 12 проб из ведомственных скважин (37,5%). Все несоответствующие пробы воды из артезианских скважин не соответствуют по концентрации железа общего (мг/дм<sup>3</sup>). Концентрация железа общего (мг/дм<sup>3</sup>) в несоответствующих пробах колеблется в пределах от 0,18 мг/дм<sup>3</sup> до 4,90 мг/дм<sup>3</sup>. Повышенная концентрация железа обусловлена гидрогеологическими особенностями водоносных горизонтов на территории района (таблица 1) [2, 5, 6, 8].

Избыточная концентрация железа в воде отмечается по всей территории Республики Беларусь и охватывая почти все водоносные горизонты пресных вод и групповых водозаборов по областям, независимо от принадлежности к тому или иному артезианскому бассейну. Содержание железа в природной воде связано с региональными, климатическими, ландшафтными и гидрологическими особенностями территории.

Таблица 1

Характеристика качества питьевой воды из артезианских скважин Миорского района за 2022 год по сезонам года (среднее значение санитарно-химических показателей)

Сезон года	2022 год				Значение показателей по ТНПА, не более
	Весна	Лето	Осень	Зима	
Показатели					
pH (водородный показатель)	7,7	7,5	7,3	7,3	6,0-9,0
Окисляемость мг/О <sub>2</sub> дм <sup>3</sup>	2,8	3,2	3,2	3,6	≤5,0
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	3,0
Общая жесткость, ° Ж	8,1	8,4	7,5	7,8	7,0 (10,0)
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	320	350	333	370	1000,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	5,2	4,9	4,8	3,8	350,0
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	500,0
Железо, мг/дм <sup>3</sup> (общее)	<b>2,2</b>	<b>2,6</b>	<b>2,78</b>	<b>1,9</b>	0,3 (1,0)

Сезон года	2022 год				Значение показателей по ТНПА, не более
	Весна	Лето	Осень	Зима	
Показатели					
Медь мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0,26	0,25	0,27	1,0
Фториды, мг/дм <sup>3</sup>	0,35	0,38	0,69	0,1	1,5
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1 (0,5)

Отмечаются небольшие сезонные изменения в концентрации железа в воде скважин с некоторой тенденцией к минимуму зимой и повышению летом и осенью. Однако эти изменения практического значения не имеют.

Результаты исследования питьевой воды из распределительной сети, внутренней сети. В Миорском районе функционируют 114 водопроводов, подающих питьевую воду населению, в том числе: 3 городских и 28 коммунальных водопроводов, 83 – ведомственных [1].

В 2022 году на соответствие санитарно-химическим и органолептическим показателям исследовано 203 пробы питьевой воды из водопроводной сети (из коммунальной - 130 проб, из ведомственной – 73) [1].

По результатам исследований не соответствуют гигиеническим нормативам 86 (42,4%) проб питьевой воды (из ведомственных водопроводов - 52 (71,0%) из коммунальных водопроводов - 34 (26,1%). Не соответствуют требованиям гигиенического норматива по химическому составу – по концентрации железа общего (мг/дм<sup>3</sup>) (таблица 2). Высокий удельный вес несоответствующих проб приходится на содержание железа в питьевой воде в населенных пунктах района, где отсутствуют станции обезжелезивания. Анализируя представленные данные лабораторных исследований воды из водопроводов населенных пунктов, где отсутствуют станции обезжелезивания, можно констатировать, различную территориальную концентрацию железа в воде. Так, например в д. Миорки-2 содержание железа в воде, подаваемой потребителю, составляет 3,7 мг/дм<sup>3</sup>, д. Перебродье - 3,6 мг/дм<sup>3</sup>, аг. Папшули - 5,65 мг/дм<sup>3</sup>, аг. Турково - 7,0 мг/дм<sup>3</sup>[1-4].

Таблица 2

Характеристика качества питьевой воды из ведомственных и коммунальных водопроводов за 2022 год по сезонам года (среднее значение санитарно-химических показателей)

годы	Ведомственные водопроводы 2022 год				Коммунальные водопроводы 2022 год				Значение показателей по ТНПА, не более
	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	
Показатели									
рН (водородный показатель)	7,2	7,4	7,3	7,3	7,5	7,3	7,5	7,2	6,0-9,0
Окисляемость мг/О <sub>2</sub> дм <sup>3</sup>	2,88	3,2	3,52	2,88	2,72	2,78	3,2	2,72	≤5,0
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	3,0
Общая жесткость, ° Ж	7,6	7,6	6,6	6,9	7,3	6,8	6,9	7,2	7,0 (10,0)
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	302,6	316	324	282,6	386,2	293,4	276,6	316,75	1000,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	2,55	3,05	2,86	3,25	2,55	2,55	2,45	3,23	350,0
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	500,0
Железо, мг/дм <sup>3</sup> (общее)	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>	<b>2,3</b>	0,9	0,65	<b>1,37</b>	0,3 (1,0)
Медь мг/дм <sup>3</sup>	0,22	0,27	0,2	0,44	0,23	0,17	0,15	0,24	1,0
Фториды, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,45	0,94	0,15	0,21	0,3	0,44	0,35	1,5
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,1 (0,5)

Причиной повышенной концентрации железа в воде из водопроводов является, как природный фактор (исходная вода в части артезианских скважин характеризуется повышенным содержанием железа (более 1,0 мг/ дм<sup>3</sup>), что обусловлено гидрогеологическими особенностями

водоносных горизонтов на территории района), так и изношенность водопроводных сетей (изношенность водопроводных сетей в целом по району составляет 37,3%).

В связи с этим в последние годы динамика развития водопроводно хозяйства района, направлена на решение вопросов улучшения качества подаваемой населению питьевой воды из централизованных систем водоснабжения.

**Заключение.** Исследование питьевой воды позволяет своевременно определить несоответствия показателей гигиеническому нормативу и принять соответствующие меры по обеспечению населения доброкачественной питьевой водой.

Проблема улучшения качества питьевой водой имеет общегосударственное значение и требует комплексного решения. Высококачественная вода, отвечающая санитарно-гигиеническим и эпидемиологическим требованиям, является одним из непереносимых условий сохранения здоровья людей. Но чтобы она приносила пользу, ее необходимо очистить от вредных примесей и доставить чистой человеку, и это является основной задачей государства.

Вода, являясь важнейшим компонентом природной среды, используется и охраняется в Республике Беларусь как основа жизнедеятельности человека и функционирования природных систем. Основная ответственность за управление водными ресурсами в Республике возложена на Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Правовую основу управления водными ресурсами составляет Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З, который охватывает широкий круг вопросов, направленных на рациональное использование, охрану водных ресурсов.

#### **Выводы:**

1. Исследуемая питьевая вода централизованного водоснабжения соответствует требованиям гигиенического норматива по санитарно-химическим показателям, за исключением повышенной концентрации железа общего (Fe) в пробах воды, отобранных в населенных пунктах, где отсутствуют станции обезжелезивания. Превышение данного показателя обусловлено гидрогеологическими особенностями водоносных горизонтов на территории Миорского района.

2. Концентрация воды возрастает по химическим

3. Показателям в осенний период, в остальные периоды концентрация в источниках снижается, за исключением железа. Самое высокое количество железа установлено на ведомственных водопроводах в осенний период (2,5 мг/дм<sup>3</sup>).

#### **Рекомендации**

Производить дополнительную обработку питьевой воды:

- аэрация – это процесс насыщения воды воздухом. Контактная с кислородом растворенное двухвалентное железо принимает форму нерастворимого трехвалентного;

- «сухое» фильтрование: для задержки трехвалентного железа применяются зернистые загрузки с ролью, которых в фильтрах для очистки воды прекрасно справляются мелкодисперсный кварцевый песок;

- осветление: коагулирование, флокулирование. Эти методы позволяют удалить из воды коллоидно-дисперсные вещества и взвеси. Так реагенты-коагулянты способствуют образованию в воде хлопьев, адсорбирующих на своей поверхности частицы загрязнений и выпадающих в осадок. Флокулянты же способствуют значительному укрупнению этого осадка и ускорению процесса в целом;

- использование каталитических загрузок является наиболее распространенным методом удаления различных видов железа и марганца в проточных системах очистки воды. Все фильтрующие материалы этого класса различаются не только физическими свойствами, но и уровнем содержания диоксида марганца. Это позволяет им работать в разных диапазонах значений, присущих воде параметров. Но принцип действия всех загрузок одинаков: он основан на возможности соединений марганца изменять валентность, окисляя двухвалентное железо.

**Список использованной литературы:**

1. Шиян, Л. Н. Свойства и химия воды. Водоподготовка: учеб. пособие / Л. Н. Шиян. -Томск: ТПУ, 2004.-72 с.
2. Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З (Зарегистрирован в Национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 16 мая 2014 г. № 2/2147).
3. Состояние и перспективы разработки проблемы гигиенического регламентирования вирусного загрязнения питьевой воды в Республике Беларусь / Т.В. Амвросьева, А.Д. Гуринович, П.А. Амвросьев и др. // Международные обзоры по медицинским технологиям и медицинской практике. - Минск, 1998.- №3-4.-С.24-27.
4. Шимова, О.С. Основы экологии и экономика природопользования: Учебник / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. - Минск.: БГЭУ, 2001 -367 с.
5. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества/ Санитарные правила и нормы: СанПиН 10- 124 РБ 99. - Минздрав РБ.- Минск, 2000 //Сборник санитарных правил и норм по питьевому водоснабжению. - 2000. С.3-108.
6. Гигиенический норматив «Показатели безопасности питьевой воды», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37, - 39 с.
7. Авчинников А.В., Недачин А.Е., Рахманин Ю.А. О способе первичной профилактики заболеваемости вирусными инфекциями, передающимся водным путем //Вода: экология и технология: Сборник Тезисов международного конгресса. - М., 1996.- С. 505.
8. Протоколы результатов испытаний воды питьевой централизованного водоснабжения/ государственное учреждение «Миорский районный центр гигиены и эпидемиологии» - 2018-2022. - 96 с.
9. Общая гигиена / под ред. Н. Л. Бацуквой. - Минск: Гревцова, 2012. Ч. 1. -160 с.
10. Вода питьевая. Методы определения жесткости: ГОСТ 31954-2012. – Введ. 01.01.14. – Москва: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. – 18 с.

© Вайдашевич Т.М., Акуленко Д.С., Штокина Е.А., Вишневец А.А., Кацнельсон Е.И., 2023

**УДК 311.312**

**Митрофанов В.В.**

магистрант 2 курса ТГУ

г. Тольятти, РФ

**Научный руководитель: Орлов Ю.Н.**

К.х.н., доцент, доцент кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗОБУТИЛЕНА ИЗ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФРАКЦИЙ****Аннотация**

В данной статье будет рассмотрено изменение суммарной площади поверхности гранул, активности, полной статической обменной емкости катализатора КУ-2-23ФПП, изготовленного на основе гелевого КУ-2 и макропористого КУ-23, формованного на полипропилене в реакции дегидратации трет-бутилового спирта при изменении формы с цилиндрической на кольцевую.

**Ключевые слова**

Суммарная площадь поверхности гранул, активность катализатора, полная статическая обменная емкость катализатора, дегидратация трет-бутилового спирта.