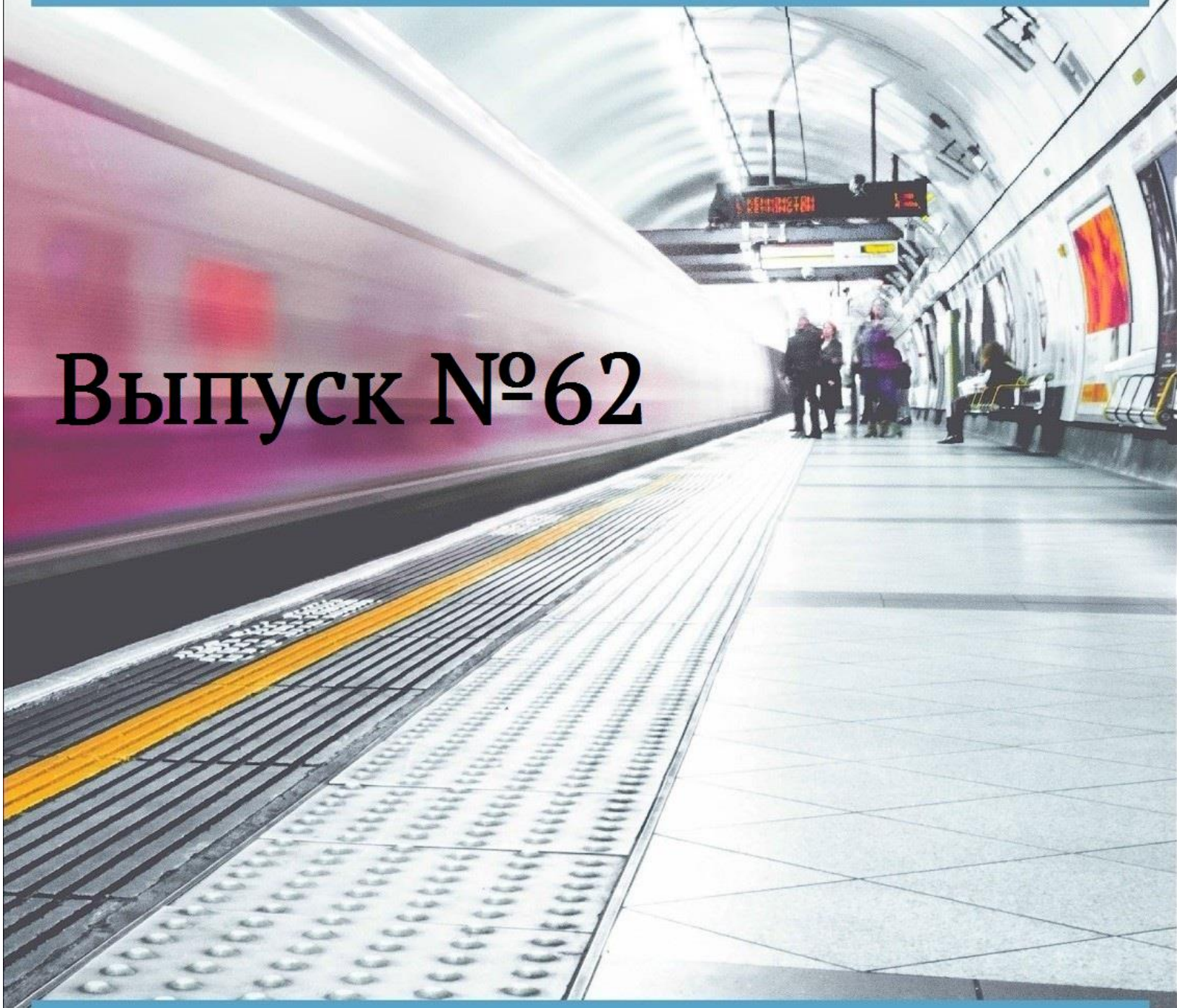
ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на www.t-nauka.ru

ISSN 2500-1132 Издательский дом "Плутон" www.idpluton.ru



Выпуск №62

КЕМЕРОВО 2019

11 ноября 2019 г.
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
ISSN 2500-1132
УДК 378.001
Кемерово
Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на www.t-nauka.ru
За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.
Редкол.:
Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала
Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей
Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей
Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)
Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,
Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении
Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета
Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими
Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет
Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища
Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ
Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ
Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института
А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.
Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru
Подписано в печать 11.11.2019 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.
Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).
Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.
Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.
При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. ОБЗОР МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ…….....2
Забитов Б.А.
2. ЭКСТРАКЦИЯ ИОНОВ ТЕЛЛУРА СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТОЙ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ…...5
Исатаев Н.О., Досмагамбетова С.С.
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЛЛУРА (IV) АТОМНО — АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИЕЙ В ПРОДУКТАХ АФФИНАЖНОГО ЗАВОДА ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ……...……..9
Исатаев Н.О., Досмагамбетова С.С.
4. «КОЭФФИЦИЕНТ МОРЕХОДНОСТИ» КАК ОБОБЩЁННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРЕХОДНЫХ КАЧЕСТВ КОРАБЛЯ …….……....16
Дубровский В.А.

Забитов Бинали Анварович
Zabitov Binali Anvarovich
Студент Азово-Черноморского института, энергетический факультет, направление «Электроэнергетика и электротехника»

УДК 621.316

ОБЗОР МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

OVERVIEW OF ACTIONS TO INCREASE RELIABILITY AND QUALITY OF ELECTRICITY SUPPLY OF CONSUMERS

Аннотация: Главной задачей энергоснабжающих организаций является надежность и качество энергообеспечения потребителей в соответствии с ГОСТами на качество электроэнергии. В представленной статье предложен ряд способов, позволяющих обеспечить нормальную работу электрооборудования потребителей по средству компенсации реактивной мощности.

Annotation: The main task of energy supplying organizations is the reliability and quality of energy supply to consumers in accordance with GOSTs on the quality of electricity. In the presented article, a number of methods are proposed that allow for the normal operation of consumers' electrical equipment by means of reactive power compensation.

Ключевые слова: надежность, качество электроэнергии, реактивная мощность, реклоузеры.

Keywords: reliability, power quality, reactive power, reclosers.

Компенсацией реактивной мощности называют ее выработку или потребление с помощью компенсирующих устройств.

Принцип компенсации реактивной мощности заключается в следующем.

Как было установлено, ток, проходящий через конденсатор, опережает приложенное к нему напряжение на 90°, в то время как ток, проходящий через катушку индуктивности, отстает от приложенного напряжения на 90°. Таким образом, емкостный ток противоположен индуктивному току и реактивная мощность, идущая на создание электрического поля, противоположна по направлению реактивной мощности, идущей на создание магнитного поля. Поэтому емкостный ток и емкостная мощность считаются условно отрицательными по отношению к току намагничивания и мощности намагничивания, условно принятыми положительными [1].

Таким образом, численно равные реактивные мощности емкости и намагничивания взаимно "уничтожаются" и сеть разгружается от протекания реактивной составляющей тока нагрузки.

Компенсация реактивной мощности, как всякое важное техническое мероприятие, может применяться для нескольких различных целей. Во-первых, компенсация реактивной мощности необходима по условию баланса реактивной мощности. Во-вторых, установка компенсирующих устройств применяется для снижения потерь электрической энергии в сети. И, наконец, в-третьих, компенсирующие устройства применяются для регулирования напряжения [2].

Во всех случаях при применении компенсирующих устройств необходимо учитывать ограничения по следующим техническим и режимным требованиям:

1) необходимому резерву мощности в узлах нагрузки;
2) располагаемой реактивной мощности на шинах ее источника;
3) отклонениям напряжения;
4) пропускной способности электрических сетей.

Для уменьшения перетоков реактивной мощности по линиям и трансформаторам источники реактивной мощности должны размещаться вблизи мест ее потребления. При этом передающие элементы сети разгружаются по реактивной мощности, чем достигается снижение потерь активной мощности и напряжения.

Таким образом, вследствие применения компенсирующих устройств на подстанции при неизменной мощности нагрузки реактивные мощности и ток в линии уменьшаются – линия разгружается по реактивной мощности.

Уменьшение потребления реактивной мощности на предприятии достигается путем компенсации реактивной мощности как естественными мерами (сущность которых состоит в

ограничении влияния приемника на питающую сеть путем воздействия на сам приемник), так и за счет специальных компенсирующих устройств (реактивной мощности) в соответствующих точках системы электроснабжения [3].

Мероприятия, проводимые по компенсации реактивной мощности эксплуатируемых или проектируемых электроустановок потребителей, могут быть разделены на следующие три группы:

1) не требующие применения компенсирующих устройств;
2) связанные с применением компенсирующих устройств;
3) допускаемые в виде исключения.

Мероприятия первой группы направлены на снижение потребления реактивной мощности и должны рассматриваться в первую очередь, поскольку для их осуществления, как правило, не требуется значительных капитальных затрат.

Последние два мероприятия должны обосновываться технико-экономическими расчетами и применяться при согласовании с энергосистемой.

Мероприятия, не требующие применения компенсирующих устройств:

1) упорядочение технологического процесса, ведущее к улучшению энергетического режима оборудования, а, следовательно, и к повышению коэффициента мощности;
2) переключение статорных обмоток асинхронных двигателей напряжением до 1000 В с треугольника на звезду, если их загрузка составляет менее 40%;
3) устранение режима работы асинхронных двигателей без нагрузки (холостого хода) путем установки ограничителей холостого хода, когда продолжительность межоперационного периода превышает 10 мин;
4) замена, перестановка и отключение трансформаторов, загружаемых в среднем менее чем на 30% от их номинальной мощности;
5) замена мало загруженных двигателей двигателями меньшей мощности при условии, что изъятие избыточной мощности влечет за собой уменьшение суммарных потерь активной энергии в энергосистеме и двигателе;
6) замена асинхронных двигателей синхронными двигателями той же мощности, где это возможно по технико-экономическим соображениям;
7) применение синхронных двигателей для всех новых установок электропривода, где это приемлемо по технико-экономическим соображениям;
8) регулирование напряжения, подводимого к электродвигателю при тиристорном управлении;
9) повышение качества ремонта двигателей с сохранением их номинальных данных;
10) применение преобразователей с большим числом фаз выпрямления;
11) применение поочередного и несимметричного управления работой преобразователей;
12) применение специальных преобразовательных систем с искусственной коммутацией вентилей (такие системы характеризуются сниженным потреблением реактивной мощности), а также систем с ограниченным содержанием высших гармоник в токе питающей сети.

Мероприятия, связанные с применением компенсирующих устройств:

1) установка статических конденсаторов;
2) использование синхронных двигателей в качестве компенсаторов;
3) применение статических источников реактивной мощности;
4) применение систем компенсации, состоящих из нескольких перечисленных устройств, работающих параллельно.

Применению устройств компенсации реактивной мощности должен предшествовать тщательный технико-экономический анализ в связи с высокой стоимостью и достаточной сложностью этих устройств.

Компенсирующие устройства в зависимости от места их расположения в разветвленной электроэнергетической системе подразделяются на следующие виды: индивидуальные, групповые, централизованные компенсаторы [4].

Индивидуальные компенсаторы – устройства, работающие непосредственно с приемником, потребляющим из питающей сети реактивную мощность. При полной компенсации приемник и устройство компенсации представляют для питающей сети устройства, потребляющие только активную мощность. Однако при выключенном потребителе компенсирующие устройства также не используются, что является главным недостатком индивидуальной компенсации. Такой вид

компенсации лучше всего применять для компенсации мощности искажения приемников с нелинейными характеристиками.

Групповая и централизованная компенсация позволяет использовать устройства независимо от работы отдельных потребителей. Для реализации компенсации этого вида требуется дополнительная аппаратура – коммутационная и защитная; кроме того, компенсирующие устройства должны обеспечивать достаточный диапазон регулирования потребляемой мощности. Диапазон изменения мощности, потребляемой компенсирующими устройствами, должен быть определен на основе анализа суточной потребности в реактивной мощности для данной группы потребителей. Как правило, для группы потребителей характерно частое изменение нагрузки, что требует применения компенсирующих устройств с автоматическим регулированием мощности, отдаваемой компенсатором.

При непрерывном развитии электроэнергетических систем и наметившейся тенденции к созданию все более крупных энергоблоков значение централизованной компенсации снижается. При централизованной компенсации в крупных энергосистемах не обеспечивается компенсация во всех точках системы, особенно при размещении нелинейных нагрузок на большом расстоянии от электростанций и подстанций, причем, чем больше расстояние, тем больше потери в сети. Поэтому в настоящее время все чаще создают групповые компенсаторы, а для нелинейной нагрузки большой мощности – индивидуальные компенсаторы [4].

Важным моментом является соответствующее расположение компенсатора, и в особенности выбор мест подсоединения схем измерения. Компенсатор целесообразно располагать так, чтобы имелась возможность стабилизации реактивной мощности в точке подключения преобразователя. В этом случае достигается ограничение колебания напряжения в энергосистеме при изменении условий работы подключенных потребителей.

Библиографический список:

1. Минин Г. П. Реактивная мощность. – М.: Энергия, 1978. – 88 с.

2. Красник В. В. Автоматические устройства по компенсации реактивной мощности в электросетях предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 136 с.

3. Статические компенсаторы реактивной мощности в электрических системах: Пер. тематического сб. рабочей группы Исследовательского Комитета № 38 СИГРЭ / Под ред. И. И. Карташева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 174 с.

4. Кудрин Б.И. История компенсации реактивной мощности // Электрика. – 2001. – №6. – С. 26–29.

Исатаев Нурболат Ордабекович
Issatayev Nurbolat Ordabekovich
Магистрант Евразийского национального университета, факультет естественных наук, направление «химия».

Досмагамбетова Сауле Саркантаевна
Dosmagambet's Saule Sarkantaevna
Профессор Евразийского национального университета, факультет естественных наук, кафедра химии.

УДК 543.42

ЭКСТРАКЦИЯ ИОНОВ ТЕЛЛУРА СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТОЙ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

EXTRACTION OF TELLURIUM IONS BY STEARIC ACID FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Аннотация: В этой статье изучено экстракция теллура (Te) легкоплавким органическим реагентом (стеариновая кислота), которая показывает высокую экстракционную способность Te из водных растворов. Здесь мы предоставляем систематизированные данные о закономерности влияния pH водной среды, продолжительности контакта и соотношения объемов фаз, температуры на степень экстракции металла.

Abstract: This article studied the extraction of tellurium (Te) with a low-melting organic reagent (stearic acid), which shows the high extraction ability of Te from aqueous solutions. Here we provide systematic data on the patterns of influence of the pH of the aqueous medium, duration of contact and ratio of phase volumes, temperature on the degree of metal extraction.

Ключевые слова: Стеариновая кислота, теллур, экстракция.

Key words: Stearic acid, tellurium, extraction.

Теллур имеет атомный номер 52 и символ Te. Теллур является «металлоидом» наряду с бором, кремнием и мышьяком. Te обладает ярко - выраженными свойствами, которые считаются характерными для неметаллам, и другими свойствами, относящимися к металлов. Теллур как сера и селен образует неорганические и органические соединения, которые внешне похожи на соответствующие соединения, но отличаются по свойствам и поведению [1]. Кроме того, теллур показывает биологическую активность, которые показаны в обзоре [2] разработки антибиотиков и противоопухолевых препаратов на основе соединения Te. Эти, а также другие свойства теллура вызывает все больше и больше интерес к этому элементу. Однако, теллур в природе встречается в виде теллуридов в основном меди, золото и серебра [1] и селективный метод извлечения теллура все еще острая проблема. В этой статье мы предлагаем экстракция теллура стеариновой кислотой, которая показывает до 99,3% извлечения Te из водного растворов.

Экспериментальная часть. С целью установления возможности количественного и селективного извлечения теллура (IV) из водных растворов исследованы и систематизированы закономерности влияния pH водной среды, продолжительности контакта и соотношения объемов фаз, температуры на степень экстракции металла.

Влияние кислотности водной фазы. Кислотность водного раствора является одним из основных факторов, которые оказывают значительное влияние на селективность процесса извлечения ионов металлов. Природа металла и применяемого экстрагента также оказывает влияние на интервал значений pH, в котором металл извлекается полностью. Устойчивость образующихся комплексов металла с экстрагентом в основном характеризуется физико-химическими свойствами как центрального атома, так и лиганда. Используя разницу в константах устойчивости различных комплексов, возможно отделение мешающих ионов от определяемого металла.

Исследования проводились в оптимальных условиях при температуре 80°C, соотношении объемов фаз 1:2, и времени 2 мин. Изучение влияния pH водного раствора на степень экстракции теллура (IV) проводилось для концентрации металла: 10^{-4} моль/л, в широком интервале pH от 1,25 до 5,15 (таблица 1).

Для концентрации меди 10^{-4} моль/л в интервале pH 4,09 - 5,15 степень экстракции составляет 58–72%, при pH 2,27-3,9 степень экстракции –81-98%, а при значении pH=1,25 степень извлечения металла возрастает до 99,3% (рис. 1).

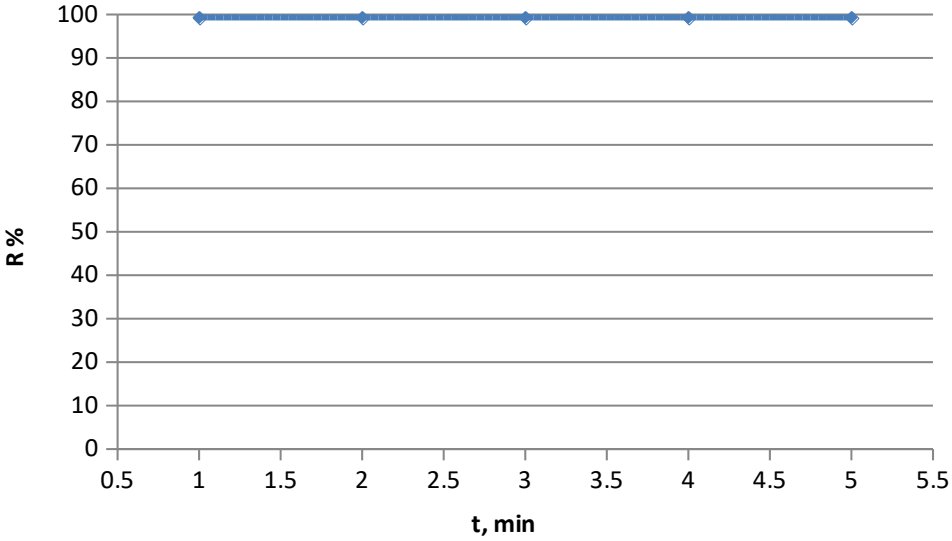


Рис. 1 – Зависимость степени извлечения теллура (IV) в системе водный раствор- расплав стеариновой кислоты от pH водного раствора

Таблица 1

Результаты изучения влияния pH водного раствора на экстракцию теллура (IV). $C_{Me}=10^{-4}$ моль/л.

№	pH равн	$C_{вод.фазы}$ после экстракции		$C_{орг.фазы}$		D	lgD	R,%
		г/л▪10^{-4}	моль/л ▪10^{-6}	г/л ▪10^{-4}	моль/л ▪10^{-6}			
1	1,25	0.7	0.55	99.3	77.6	141.1	2.15	99,3
2	2,37	1.49	1.164	98.51	77	66.15	1.82	98,51
3	2,95	2.36	0.01844	97.64	0.763	41.377	1.62	97,64
4	3,66	9.42	0.0736	90.58	0.7	9.51	0.98	90,58
5	3,9	18.45	0.135	81.55	0.65	4.815	0,683	81,55
6	4,09	27.98	0.2223	72.02	0.559	2.52	0,4	72,02
7	4,34	35.14	0.2745	64,86	0.51	1.86	0.27	64,86
8	5,15	41.35	0.323	58,65	0.46	1.42	0.152	58,65

Влияние продолжительности контакта фаз. Исследование влияния продолжительности контакта фаз на степень экстракции теллура проводилось при соотношении объемов фаз 1:2, температуре 80°С, оптимальных значениях pH.

На рисунке 2 приведена кинетическая кривая, показывающая результаты изучения влияния продолжительности экстракции. Из рисунка видно, что время достижения экстракционного равновесия составляет 1 мин. Дальнейшее изучение экстракции проводилось при продолжительности контакта фаз 2 мин.

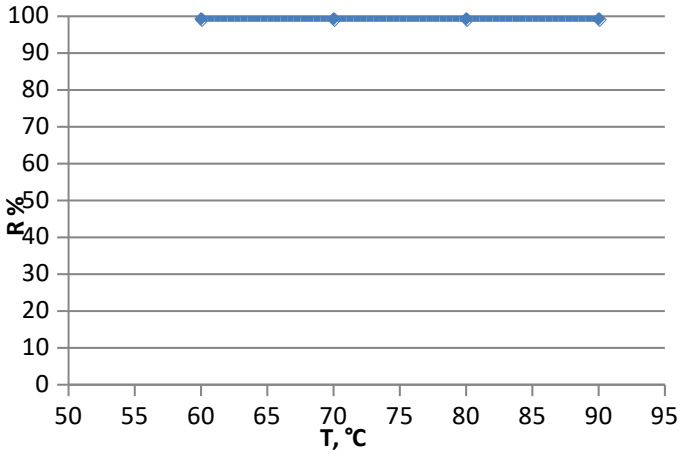


Рис. 2 – Зависимость степени извлечения теллура от времени контакта фаз. $C=10^{-4}$ моль/л.

Влияние температуры. Температура может оказывать сильное влияние на процесс количественного извлечения теллура. Изменение температуры значительно влияет на коэффициент распределения металлов и состав образующихся комплексов. Поэтому было проведено исследование зависимости экстракции металла от температуры в оптимальных условиях (концентрация меди 10^{-4} моль/л., pH= 1,25, время контакта фаз 2мин., соотношение объемов фаз 1:2).

Результаты приведены в виде зависимости степени извлечения металла от температуры (рис. 3). Установлено, что в интервале от 70 до 90°С степень экстракции максимальная. Изменение температуры в указанном интервале не влияет на степень экстракции металла. Повышение температуры выше 90°С не целесообразно в связи с возможностью вскипания водного раствора, нижняя граница температуры определяется температурой плавления самого реагента, поэтому при экстракции теллура (IV) использовали оптимальную температуру 80°С. Следует отметить, что изменение концентрации металла не влияет на температурный интервал экстракции.

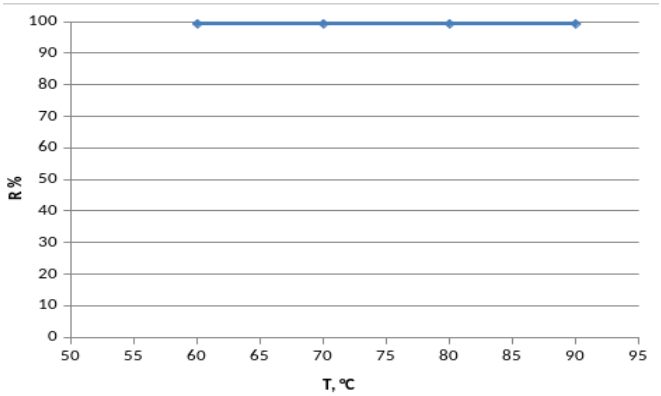


Рис. 3 –Зависимость степени извлечения теллура от температуры.

Влияние соотношения объемов органической и водной фазы. Для определения возможности концентрирования металла в данной системе было изучено влияние соотношения объемов фаз на степень извлечения металлов. При постоянном объеме расплава экстрагента (стеариновой кислоты) 5 мл., объем водной фазы изменяли от 10 до 1000 мл, получая соотношения объемов фаз от 1:2 до 1:200. Концентрация металла была постоянной и равна 10^{-4} моль/л, температура составляла 80°С, время контакта фаз 2 мин. Установлено, что степень экстракции металла постоянна в интервале соотношений объемов фаз от 1:2 до 1:200 и равна 99,3% (рис. 4). Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы: в изученной экстракционной системе возможно концентрирование теллура из очень разбавленных растворов, процесс разделения фаз идет с большой скоростью, без образования эмульсии.

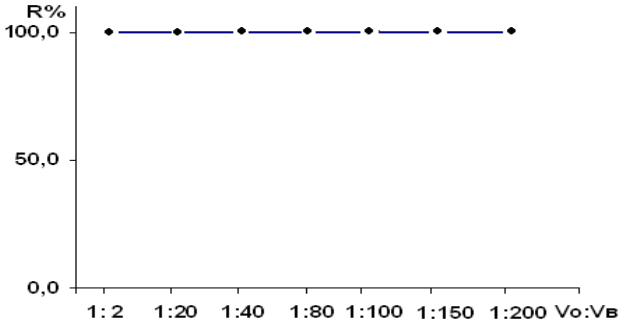


Рис. 4 – Зависимость степени извлечения теллура от соотношения объемов фаз.

Заключение. Суммируя исследования, показанные в этой статье и основываясь на нашем знание, мы можем сказать, что впервые разработали метод экстракционного извлечения Te стеариновой кислотой, которая показывает до 99,3% извлечения Te из водного растворов. Кроме того, в этой статье показаны оптимальные условия экстракции.

Библиографический список:

1. Wang, S. Tellurium, its resourcefulness and recovery. // JOM. 2011. № 63. P. 90–93. doi:10.1007/s11837-011-0146-7.

2. Lalla Aicha Ba, Mandy Döring, Vincent Jamiera and Claus Jacob. Tellurium: an element with great biological potency and potential. // Org. Biomol. Chem. 2010. № 8. P. 4203-4216. doi:10.1039/C0OB00086H.

Исатаев Нурболат Ордабекович
Issatayev Nurbolat Ordabekovich
Магистрант Евразийского национального университета, факультет естественных наук, направление «химия».

Досмагамбетова Сауле Саркантаевна
Dosmagambet's Saule Sarkantaevna
Профессор Евразийского национального университета, факультет естественных наук, кафедра химии.

УДК 543.42

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЛЛУРА (IV) АТОМНО — АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИЕЙ В ПРОДУКТАХ АФФИНАЖНОГО ЗАВОДА ЗОЛОТА И СЕРЕБРА

DETERMINATION OF TELLURIUM (IV) BY ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY IN THE PRODUCTS OF A GOLD AND SILVER REFINERY

Аннотация: В этой статье изучается метод определения теллура атомно-абсорбционным методом (ААМ) в различных средах. Известно, что теллур встречается в виде теллуридов цинка, меди, железа и никеля. В связи с этим изучено влияние этих элементов на определения теллура ААМ.

Abstract: This article studies the method for determining tellurium by the atomic absorption method (AAM) in various media. Tellurium is known to occur in the form of tellurides of zinc, copper, iron and nickel. In this regard, the influence of these elements on the definition of tellurium AAM was studied.

Ключевые слова: теллур, атомно-абсорбционный спектрометр, аффинаж золота и серебра.

Key words: tellurium, atomic absorption spectrometer, gold and silver refining.

Теллур (Te) является одним из наименее распространенных элементов на Земле и занимает 75-е место по количеству элементов в земной коре, что делает его более редким, чем редкоземельные элементы, и в восемь раз менее распространенным, чем золото [1]. Однако, Te имеет множество потенциальных применений в производстве многих современных устройств. Хотя Te также используется в пигментах и стекле, катализаторах, смазочных материалах и резине, металлургии. Но с 2002 года, когда было применен теллур в фотовольтаике из теллурида кадмия, область роста спроса на теллур в солнечных элементах не только быстро изменила традиционное применение теллура, но и стимулировало глобальный поиск теллура [2]. В связи с этим, задачи простого и быстрого определения теллура в объектах сложного переменного состава, таких как техногенное, вторичное сырье, становятся все более значимыми. Чувствительность и селективность метода атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией (ЭТААС), как правило, достаточна для определения микросодержании теллура. Тем не менее, прямое определение теллура в сложных объектах осложнено влияниями компонентов основы пробы, таких как железо, медь, кобальт и никель. Традиционный путь решения этой проблемы - разделение компонентов. Однако вторичное сырье может существенно различаться по составу, а отсутствие универсальных методик выделения теллура приводит к необходимости иметь для каждой группы объектов свою схему анализа. Поэтому необходим поиск простого метода разделения с одновременным получением химических форм теллура и основы руды, удобных для последующего определения методом ЭТААС. Разработка такого метода позволила бы снизить влияние основы пробы на результаты анализа и ускорить определение. В этой статье описывает определения теллура в присутствии основ пробы методом ЭТААС.

Экспериментальная часть. Изучение условий атомно-абсорбционного определения теллура (IV) в 0,1 М соляной кислоте.

Возможность селективного атомно-абсорбционного определения теллура в солянокислых растворах изучена для следующих концентраций теллура: 20, 40, 60 мкг/л в 0,1 М растворе соляной кислоты.

а) приготовлен раствор теллура (IV) с Т=1 мг/л.

б) приготовлены градуировочные растворы теллура.

Для приготовления растворов теллура (IV) с концентрацией 20, 40 и 60 мкг/л берут 20, 40, и 60 мкл из раствора объемом 1000 мкл(1 мл) с Т=1 мг/л.Разбавление растворов проводят 0,1 М соляной кислотой.

Полученные результаты сведены в табл. 1. На основе этих данных построен градуировочный график (рис.1).

Таблица 1. Значения абсорбции градуировочных точек теллура (IV) в 0,1 М растворе соляной кислоты.

Концентрация	Абсорбция	Среднее
0	0,0082 0,0084	0,0083
20	0,1594 0,1466 0,1655	0,1572
40	0,2662 0,2730	0,2696
60	0,3409 0,3590	0,3499

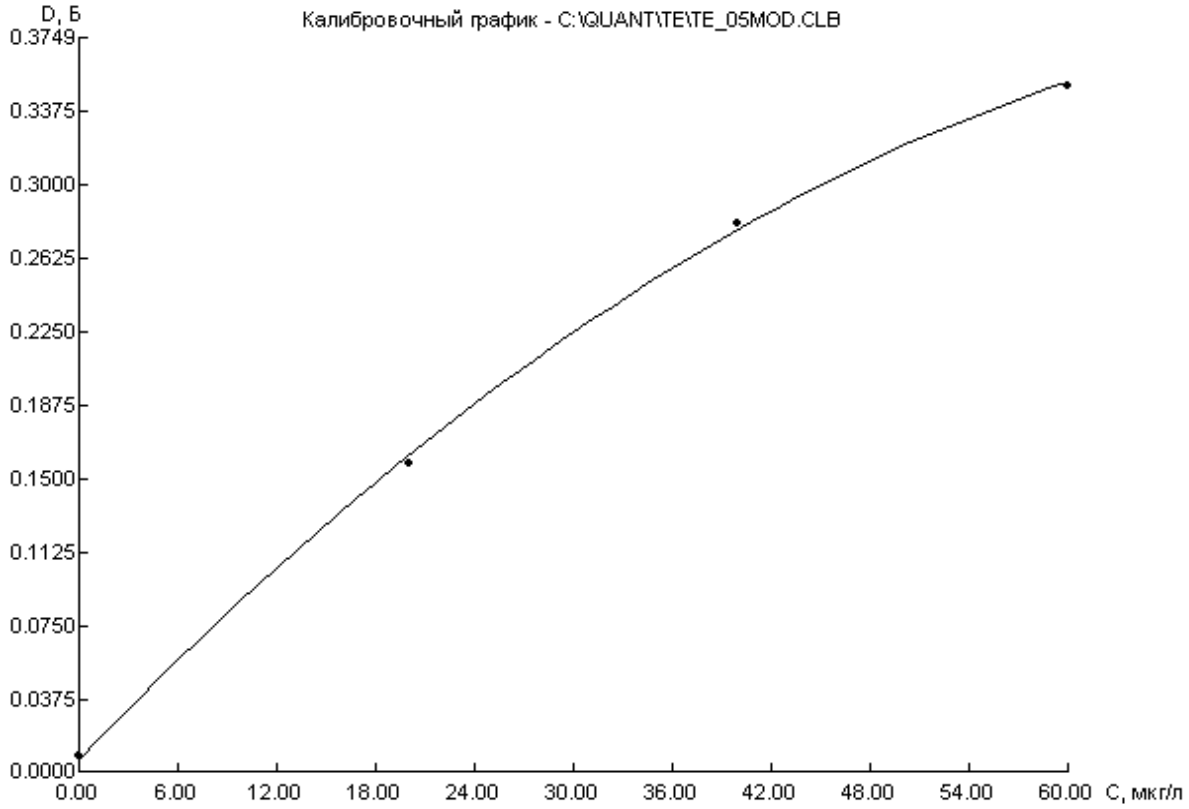


Рисунок 1. Градуировочный график определения теллура (IV) в 0,1 М растворе соляной кислоты

Из анализа полученных данных следует, что значения абсорбции теллура (IV) сравнительно невысокие.

Изучение условий атомно-абсорбционного определения теллура (IV) в аммиачный буфер с pH 10.

Изучена возможность определения теллура (IV) в растворах аммиачного буфера с pH 10. Для этого проведено определение значений абсорбции для следующих концентраций теллура: 20, 40, 60 мкг/л. Разбавление растворов проводят аммиачным буфером с pH 10. Полученные результаты сведены в табл. 2. На основе этих данных построен градуировочный график (рис. 2)

Таблица 2. Значения абсорбции градуировочных точек теллура (IV) в аммиачном буфере с pH 10. λ=214.3 нм

Концентрация	Абсорбция	Среднее
0	0,0082 0,0084	0,0083
20	0,0509 0,0550	0,0530
40	0,0845 0,0821	0,0833
60	0,1169 0,1023 0,0999	0,1064

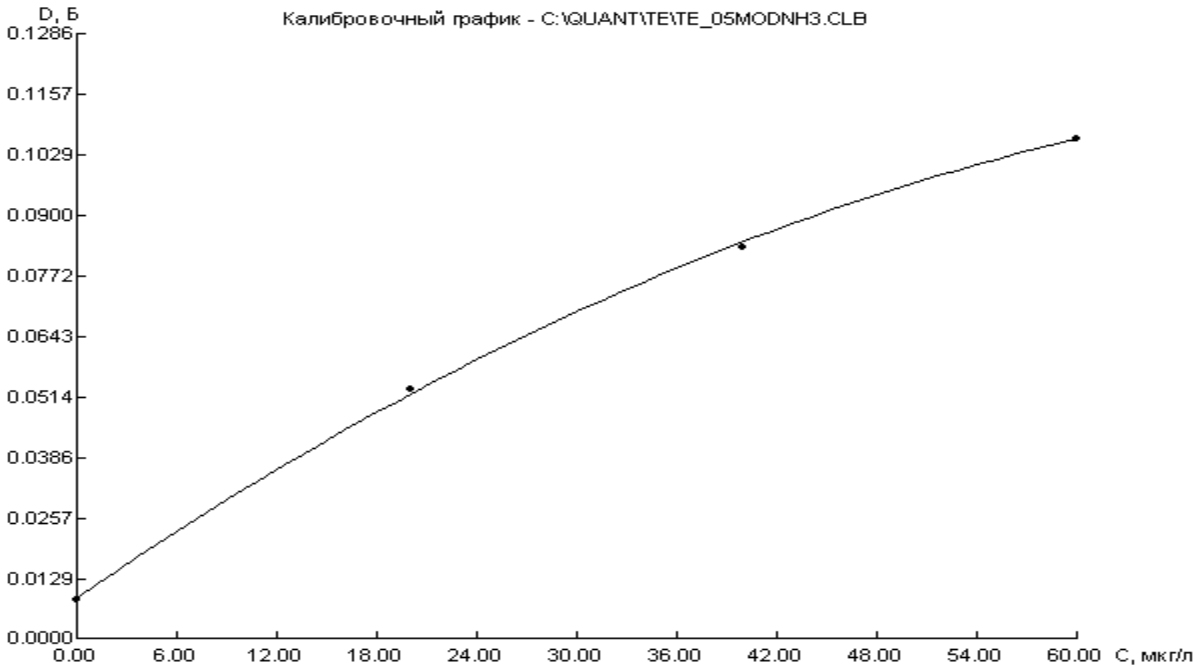


Рисунок 2**.** Градуировочный график определения теллура (IV) в растворе аммиачного буфера с pH 10.

Изучение условий атомно-абсорбционного определения теллура (IV) в 0,1 М аммиаке. Проведено определение значений абсорбции для следующих концентраций ионов теллура (IV): 20, 40, 60 мкг/л. Разбавление растворов проводят раствором 0,1 М аммиака. Полученные результаты сведены в табл. 3.

Таблица 3. Значения абсорбции градуировочных точек теллура (IV) в растворе 0,1 М аммиака

Концентрация теллура, мкг/л	Абсорбция	Среднее
0	0,0066 0,0061	0,0064
20	0,1811 0,1746 0,1781	0,1779
40	0,2985 0,2910	0,2947
60	0,3727 0,3725 0,3956	0,3803

На основе этих данных построен градуировочный график (рис. 3)

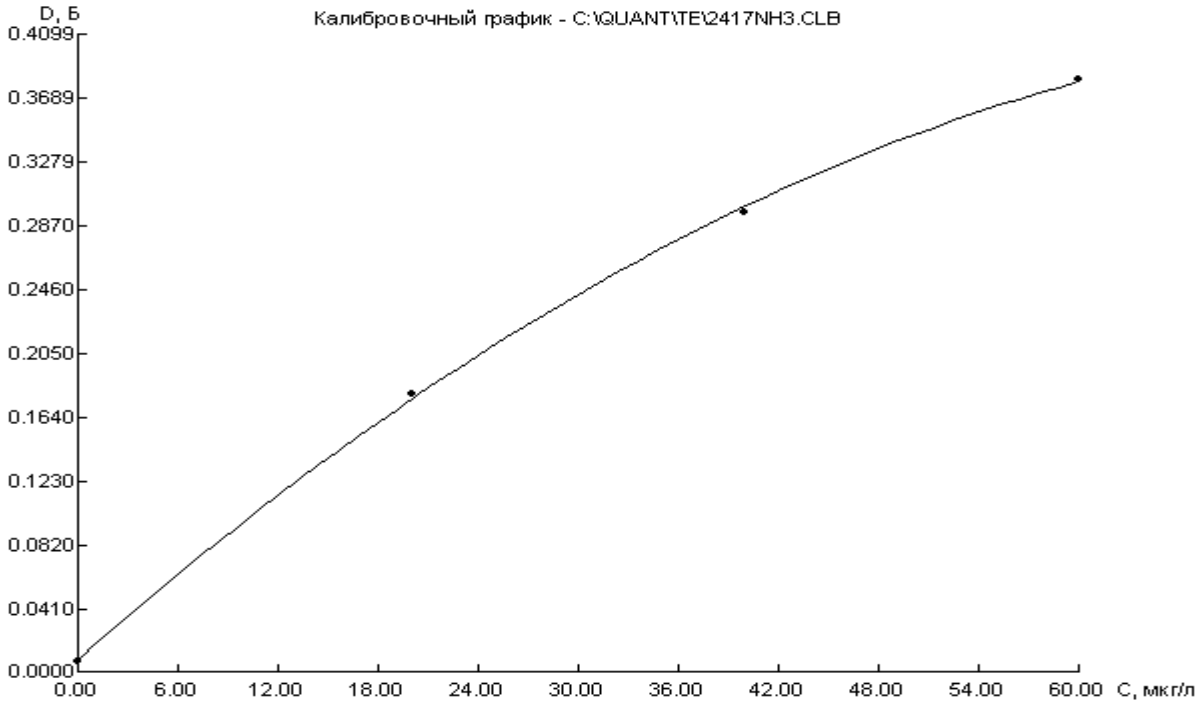


Рисунок 3. Градуировочный график определения ионов теллура (IV) в 0,1 М NH_3 .

Сравнение значений абсорбции градуировочных растворов теллура в различных средах (табл. 1-3) показывает, что они принимают наибольшие значения в системе 0,1 М раствора аммиака. Поэтому дальнейшие исследования проводились в аммиачной среде.

Изучение условий атомно-абсорбционного определения теллура (IV) в присутствии сопутствующих элеметов в аммиачной среде.

Влияние меди. Изучение влияния меди на атомно-абсорбционное определение теллура проводилось для интервала соотношений 1:1-1:5000. Результаты сведены в табл. 5.

Таблица.4. Результаты изучения влияния соотношений концентраций теллура (IV) и меди (II) на значения абсорбции градуировочных точек теллура в 0,1 М NH_3 (концентрация теллура 20 мкг/л).

Соотношение концентраций теллур:медь, мкг/л	Абсорбция		Концентрация теллура, мкг/л	
	Единичные измерения	Среднее	Единичные измерения	Среднее
0 мкг/л	0,1811 0,1746 0,1781	0,1779	20,0	20,0
20:40 (1:2)	0,1632 0,1685 0,1686	0,1668	19,4302 20,1680 20,1816	19,9266
20:60 (1:3)	0,1796 0,1805	0,1801	21,7153 21,6054	21,6604
20:200 (1:10)	0.1555 0.1505	0,1530	18,7169 17,7445	18,2307
20: 600(1:30)	0,1529 0,1596	0,1563	18,7254 19,5176	19,1215

20:1000 (1:50)	0.1571 0.1551	0,1561	18,6044 18,3381	18,4713
20:2000 (1:100)	0,1548 0,1559	0,1554	18,9805 19,1207	19,0506
20:6000 (1:300)	0,1564 0,1555	0,1560	19,4836 18,7169	19,1003
20:10 000 (1:500)	0,1516 0,1515 0,1506	0,1512	17,8802 17,8565 17,7446	17,8271
20:20 000 (1:1000)	0.1571 0.1551	0,1561	18,6044 18,3381	18,4713
20:60 000 (1:3000)	0,1528 0,1557	0,1543	18,6805 18,9907	18,8356
20:100 000 (1:5000)	0,1498 0,1505	0,1502	17,9836 17,7441	17,8639

Из таблицы 4 следует, что увеличение концентрации ионов меди в интервале соотношений теллур:медь=1:1-1:500 практически не мешает атомно-абсорбционному определению теллура.

Влияние цинка. Изучение влияния цинка на атомно-абсорбционное определение теллура проводилось для интервала соотношений 1:1-1:500. Результаты сведены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты изучения влияния соотношений концентраций теллура (IV) и цинка (II) в интервале Te:Zn=1:1-1:500 на значения абсорбции градуировочных точек теллура в 0,1 М NH_3 (концентрация теллура 20 мкг/л).

Соотношение концентраций теллур:цинк, мкг/л	Абсорбция		Концентрация теллура, мкг/л	
	Единичные измерения	Среднее	Единичные измерения	Среднее
0 мкг/л	0,1811 0,1746 0,1781	0,1779	20	20
20:20 (1:1)	0,1602 0,1699	0,1301	18,0867 18,0416	18,0642
20:40 (1:2)	0,1614 0,1654	0,1634	18,2301 18,7467	18,4884
20:100 (1:5)	0,1607 0,1626	0,1617	18,4315 18,6794	18,5555
20:200 (1:10)	0.1407 0.1417	0,1412	16,4424 16,5685	16,5055
20: 600(1:30)	0,1308 0,1354	0,1331	15,1556 15,7456	15,4506
20:1000 (1:50)	0.1329 0,1341	0,1335	15,4219 15,5840	15,5030
20:2000 (1:100)	0,1405 0,1389	0,1397	16,4142 16,1965	16,3054
20:10 000 (1:500)	0,0896 0,0932	0,0914	10,0627 10,4935	10,2781

Анализ таблицы 5 показывает,что присутствие ионов цинка не понижает значения абсорбции теллура до соотношения теллура к цинку, равному 1:10

Влияние железа. Изучение влияния железа на атомно-абсорбционное определение теллура проводилось для интервала соотношений 1:1-1:500. Результаты сведены в табл. 6.

Таблица 6. Результаты изучения влияния соотношений концентраций теллура (IV) и железа(III) в интервале Te:Fe=1:1-1:500 на значения абсорбции градуировочных точек теллура в 0,1 М NH_3 (концентрация теллура 20 мкг/л).

Соотношение концентраций теллур:железа, мкг/л	Абсорбция		Концентрация теллура, мкг/л	
	Единичные измерения	Среднее	Единичные измерения	Среднее
0 мкг/л	0,1811 0,1746 0,1781	0,1779	20	20
20:20 (1:1)	0,1620 0,1555 0,1560	0,1579	19,2728 18,3993 18,4649	18,7123
20:100 (1:5)	0,1556 0,1526	0,1541	18,4065 18,0044	18,2055
20:200 (1:10)	0.1590 0,1539 0,1674	0,1601	18,8595 18,1777 20,0167	19,0180
20:1000 (1:50)	0.1632 0.1598	0,1615	19,4336 18,9788	19,2062
20:2000 (1:100)	0,1303 0,1296	0,1300	15,0931 15,0070	15,0501
20:6000 (1:300)	0,0446 0,0383	0,0414	4,8497 4,1492	4,4995
20:10 000 (1:500)	0,0281 0,0366	0,0324	3,0238 3,9638	3,4938

Анализ таблицы 6 показывает,что ионы железа на атомно-абсорбционное определение теллура заметное мешающее влияние начинают оказывать при соотношении теллура к железе 1:100.

Влияние никеля. Изучение влияния никеля на атомно-абсорбционное определение теллура проводилось для интервала соотношений 1:1-1:500. Результаты сведены в табл. 7.

Таблица 7. Результаты изучения влияния соотношений концентраций теллура (IV) и никеля в интервале Te:Ni=1:1-1:500 на значения абсорбции градуировочных точек теллура в 0,1 М NH_3(концентрация теллура 20 мкг/л)

Соотношение концентраций теллур:платина, мкг/л	Абсорбция		Концентрация теллура, мкг/л	
	Единичные измерения	Среднее	Единичные измерения	Среднее
0 мкг/л	0,1811 0,1746 0,1781	0,1779	20	20
20:20 (1:1)	0.1361 0.1365	0.1363	15.8392 15.8901	15.8646
20:100 (1:5)	0,1348 0,1359	0,1353	15,6702 15,8119	15,7410
20:200 (1:10)	0,1021 0,1006	0,1014	11,5723 11,3906	11,4814
20: 600(1:30)	0,1073 0,1070	0,1071	12,2035 12,1704	12,1870
20:1000 (1:50)	0,0993 0,0983	0,0988	11,2277 11,1092	11,1685
20:2000 (1:100)	0,1071 0,1052 0,1060	0,1061	12,1782 11,9478 12,0537	12,0599
20:10 000 (1:500)	0,0457 0,0460	0,0458	4,9759 5,0077	4,9918

Ионы никеля(II) уже при соотношении 1:1 начинают оказывать мешающее влияние на определение теллура.

Таким образом, в данном разделе изучено влияние ряда сопутствующих элементов на атомно-абсорбционное определение платины. Полученные результаты сведены в табл. 8.

Таблица 8. Сводные данные по результатам изучения влияния сопутствующих элементов на атомно-абсорбционное определение теллура

Элемент	Cu	Zn	Fe	Ni
Соотношение Te:Me, при котором элемент не мешает определению теллура	1:5000	1:2	1:50	1:1

Заключение. В этой статье разработано ААМ определения теллура в 0,1 М растворе аммиаке. А также изучено влияние сопутствующих металлов на точность определения содержания теллура.

Библиографический список:

1. Zhen He, Yuan Yang, ORCID, Jian-Wei Liu and Shu-Hong Yu. Emerging tellurium nanostructures: controllable synthesis and their applications. // Chem. Soc. Rev. 2017. № 46. P. 2732-2753. doi:10.1039/C7CS00013H

2. Wang, S. Tellurium, its resourcefulness and recovery. // JOM. 2011. № 63. P. 90–93. doi:10.1007/s11837-011-0146-7

Дубровский Виктор Анатольевич
Dubrovsky Victor A. Dubrovsky
Дтн снс пенсионер
E-mail: Multi-hulls@yandex.ru

УДК 629.5.017.2

«КОЭФФИЦИЕНТ МОРЕХОДНОСТИ» КАК ОБОБЩЁННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРЕХОДНЫХ КАЧЕСТВ КОРАБЛЯ

“SEAKEEPING COEFFICIENT” AS GENERAL CHARACTERISTIC OF SEAWORTHINESS QUALITY OF A COMBAT SHIP

Аннотация. В статье показаны метод, алгоритм и пример расчёта «коэффициента мореходности» как среднегодовой вероятности выполнения данным судном заданных норм мореходности на заданной акватории.

Abstract. The paper contains the method, algorithm and example of calculation of “seakeeping coefficient” as average (per a year) probability of selected seaworthiness standard fulfilling by the examined ship at the selected sea.

Ключевые слова: мореходность, мореходные качества, вероятность их обеспечения, нормы мореходности.

Key words: seaworthiness, seaworthiness, probability of their provision, seaworthiness standards.

Введение.

Последние десятилетия характерны появлением новых задач мореплавания, а также усложнением требований к методам решения традиционных задач. Например, нужды хозяйственного освоения дна морей и океанов, широкого и постоянного отслеживания состояния водной среды Земли, расширение номенклатуры перевозимых грузов, расширенная потребность быстрой перевозки пассажиров на небольшие расстояния и т.д.

Как всегда, «практическая потребность развивает науку больше, чем десяток университетов». В ответ на расширение и усложнение задач мореплавания, с одной стороны, появляются новые типы плавучих объектов (например, полупогружные буровые установки), с другой – совершенствуются методы изучения и совершенствования технико-эксплуатационных качеств плавучих объектов. Например, гидродинамика перешла от исследования регулярных волн, что было обычным сто лет назад, к изучению и моделированию нерегулярного волнения.

Как повышение требований к судам, так и появление их новых типов, актуализировало проблему сравнения их мореходных качеств. Особенно важно сравнивать мореходность при выборе типа, конструкции, размерений быстроходных судов и кораблей, потому что именно при высоких скоростях морское волнение оказывает наибольшее влияние на технические и экономические результаты использования плавучих объектов. Другой областью первостепенной важности мореходности являются суда и сооружения, основное время работы которых протекает в море – на стоянке или на малых ходах, когда обычные меры снижения качки малоэффективны.

Для выбора типа плавучего объекта или методов повышения его мореходности необходимо обоснованно сравнивать мореходные качества, желательно – наиболее компактным методом. Для этих целей был предложен метод обобщённого сравнения, позволяющий «свернуть» всю необходимую информацию в одну цифру [1], позже он был описан более подробно [2].

1. Предварительные этапы расчёта.

«Коэффициент мореходности», КМ, определяется как вероятность выполнения рассматриваемым объектом заданных норм мореходности на заданной акватории.

Предварительными этапами расчёта являются:

- выбор перечня нормируемых характеристик, определяющих работоспособность объекта заданного назначения;
- выбор допустимых уровней этих характеристик, т. е. норм мореходности;
- прогнозирование рассматриваемых характеристик в зависимости от скорости хода и интенсивности волнения.

Обычно мореходность определяется амплитудами и ускорениями килевой и бортовой качки,

частотой слеминга, частотой заливания определённых районов палубы и т.д.

Для простоты примера возьмём в качестве нормируемых амплитуды килевой и бортовой качки, а также относительные ускорения килевой качки.

До настоящего времени предложено множество различных норм, [2], но ни в одной стране эти нормы не вошли в правила регистров. Выбирая две системы норм, попутно покажем влияние их уровней на КМ определённого судна. Итак, для примера возьмём допустимую амплитуду бортовой качки 5 или 8 градусов, килевой – 3 или 4 градуса, амплитуду относительного вертикального ускорения в носовой части 0.25g или 0.4g.

В качество исследуемого судна взят экспериментальный корабль с малой площадью ватерлинии «Тюлень» водоизмещение 600 т, модели которого были испытаны в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова в 80-е годы. На рис. 1,2,3 показаны зависимости выбранных характеристик мореходности от скорости хода и интенсивности встречного волнения.

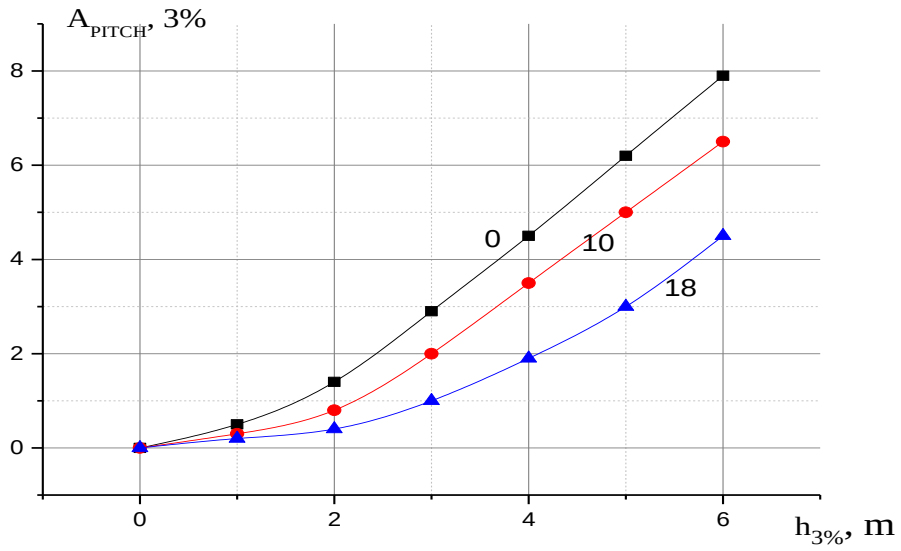


Рис. 1. Амплитуды килевой качки на встречном волнении (цифры – скорость хода).

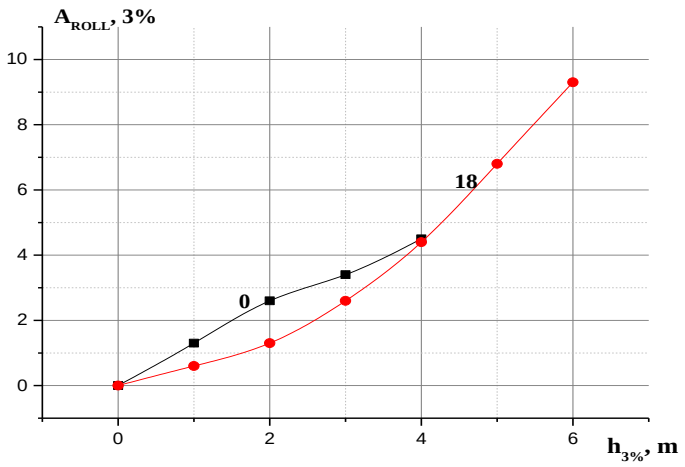


Рис. 2. Амплитуды бортовой качки, движение лагом к волнам (цифры – скорость хода).

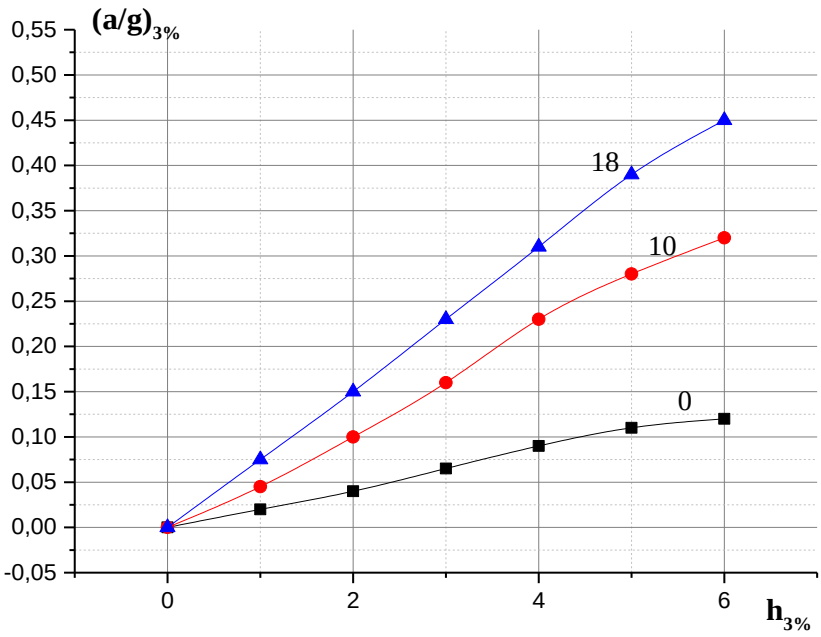


Рис. 3. Относительные амплитуды вертикальных ускорений на встречном волнении (цифры – скорость хода).

Уже на этой стадии подготовки, сравнение графиков и принятых норм показывает высоты волн, начиная с которых принятые нормы ограничивают эффективное использования судна.

Такое сопоставление показывает, что более «жёсткие» нормы начинают оказывать влияние на мореходность этого корабля при интенсивности волнения около 6 баллов, а более «мягкие» - около 5 баллов.

В общем случае, рассматриваемый объект, судно или корабль, должны выполнять необходимые операции при произвольном курсовом угле по отношению к фронту волн. Поэтому для расчёта КМ нужны и зависимости рассматриваемых характеристик от курсового угла.

Очевидно, что для повышения точности сравнения лучше использовать экспериментальные или расчётные зависимости характеристик не только от скорости, но и от курсового угла по отношению к волнению. Однако чаще всего такие данные отсутствуют. Поэтому, жертвуя точностью сравнения, допустим, что зависимости всех видов качки от курсового угла косинусоидальны. При этом игнорируется реально существующая зависимость всех видов качки от кажущихся частот.

Для рассматриваемого объекта перестроенные в функции от курсового угла (при одной интенсивности волнения) зависимости показаны на рис. 4,5,6.

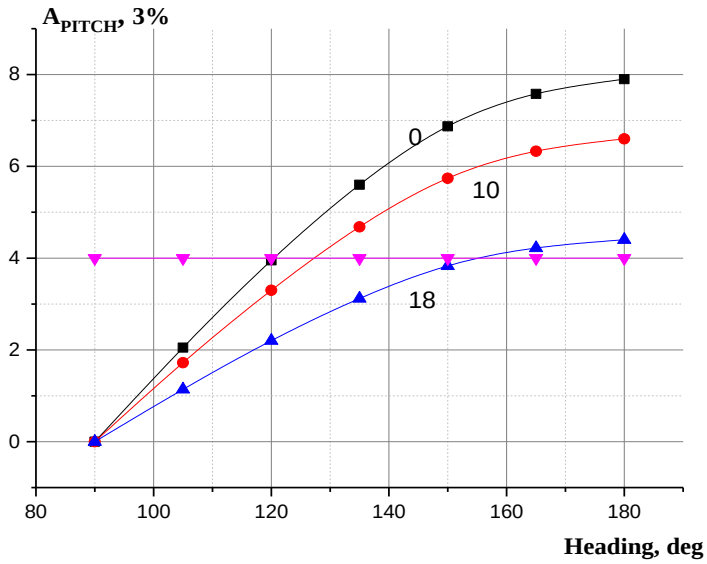


Рис. 4. Приближённая зависимость амплитуд килевой качки от курсового угла, 6 баллов (цифры – скорость хода), допустимый уровень – 4 градуса.

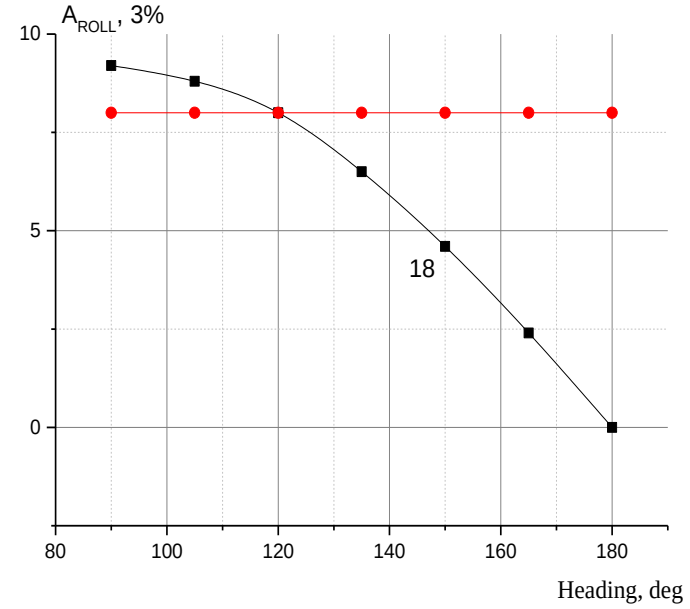


Рис. 5. Приближённая зависимость амплитуд бортовой качки от курсового угла, 6 баллов, допустимый уровень – 8 градусов.

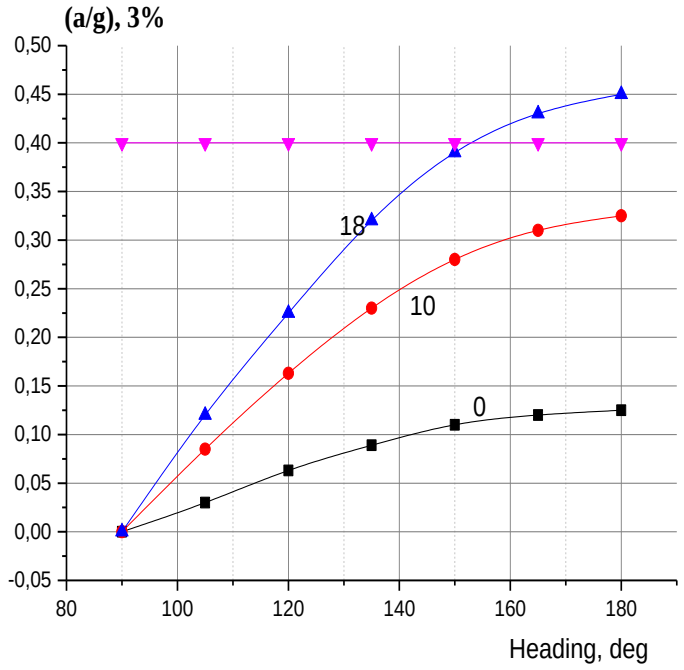


Рис. 6. Приближённая зависимость ускорений от курсового угла, 6 баллов, допустимый уровень – 0.4g.

На графиках рис. 4,5,6 нанесены соответствующие принятые нормы характеристик, что определяет пары «скорость-курсовой угол», ограничивающие допустимые области этих режимов (с точки зрения каждой нормы мореходности). Это завершает подготовительный этап расчётов.

2. Расчёт КМ.

Полученный данные затем совмещаются на общих графиках «скорость-курсовой угол» для каждой рассматриваемой интенсивности волнения, рис. 7,8.

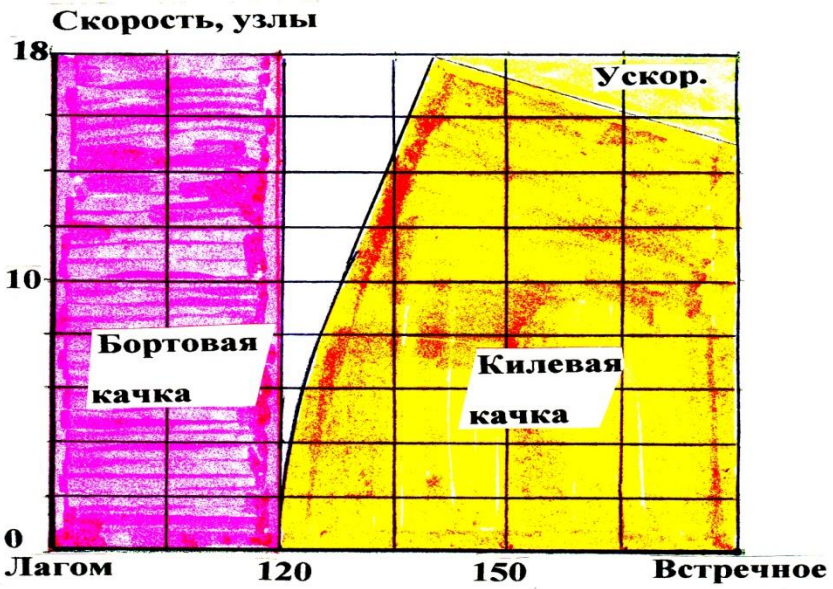


Рис. 7. Совмещение зон недоступных режимов при интенсивности волнения 6 баллов и более «мягких» нормах мореходности (приемлемы незакрашенные режимы).

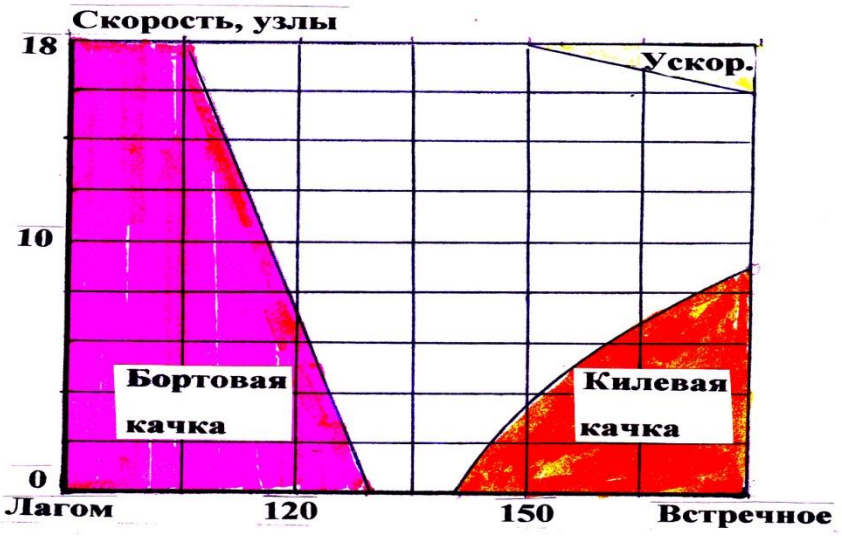


Рис. 8. То же, 5 баллов и более «жёсткие» нормы мореходности.

Доля допустимых режимов в общем их количестве, т.е. относительная площадь незакрашенной части, представляет собой КМ для одной интенсивности волнения, назовём его «частным» КМ, «ЧКМ».

Далее выбирается акватория, для которой определяется КМ, и для которой должна быть известна повторяемость волнения каждой интенсивности. Выбранное для примера Охотское море отличается достаточно сложными ветро-волновыми условиями.

В таблице 1 показан расчёт КМ для Охотского моря при более «мягких» нормах мореходности, в табл. 2 – при более «жёстких». Понятно, что ужесточение норм приводит к уменьшению КМ.

Таблица1.

Определение коэффициента мореходности КМПВ «Тюлень» в Охотском море при «мягких» нормах «4-8-0.4».

Баллы	0	1	2	3	4	5	6	Более 6	
% волн.	0	23.7	45	20.3	7.1	2.5	0.8	0.6	
ЧКМ	1	1	1	1	1	1	0.12	0	
%*ЧКМ	0	23.7	45	20.3	7.1	2.5	0.096	0	98.7

Таблица 2.

То же, при нормах «3-5-0.25»

Баллы	0	1	2	3	4	5	6	Более	

								6	
%	0	23.7	45	20.3	7.1	2.5	0.8	0.6	
ЧКМ	1	1	1	1	1	0.54	0	0	
%*ЧКМ	0	23.7	45	20.3	7.1	1.35	0	0	97.45

Понятно, что цифра в крайней правой ячейке нижнего ряда – это сумма произведений частных коэффициентов мореходности на повторяемость каждой интенсивности волнения, т.е. искомый коэффициент мореходности на данной акватории.

Можно предположить, что некоторых читателей удивит большая величина коэффициента мореходности судна водоизмещением всего 600 т, которое сможет более или менее свободно работать на волнении не только 5, но и 6 баллов. Для объяснения этого ниже приведено сравнение амплитуд килевой (рис. 9) и бортовой (рис. 10) качки рассмотренного СМПВ и существующих однокорпусных кораблей: корвета водоизмещением 1000 т и фрегата водоизмещением 3500 т.

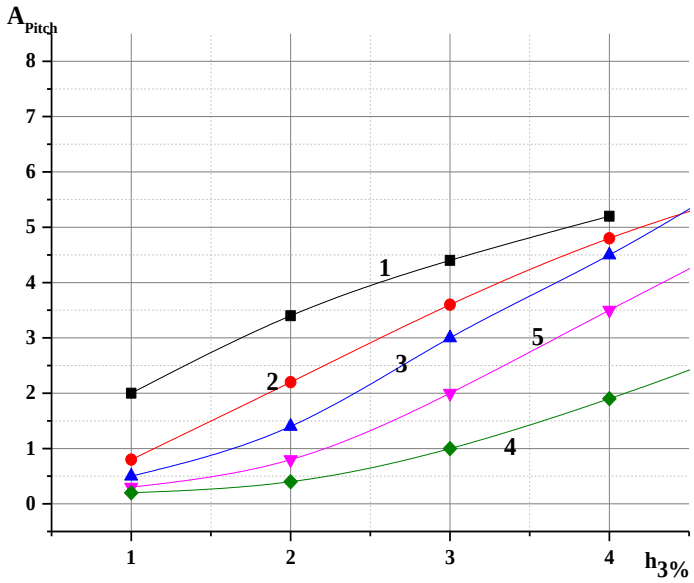


Рис. 9. Сравнение амплитуд килевой качки на встречном волнении в зависимости от высоты волны 3 %- ной обеспеченности: 1 – традиционный корвет, 1000 т., 12 узлов; 2 – СМПВ, 600 т, попутное волнение, 10 узлов; 3 – то же, встречное волнение, 10 узлов; 4 – то же, 18 узлов; 5 – традиционный фрегат, 3500 т, 15 узлов.

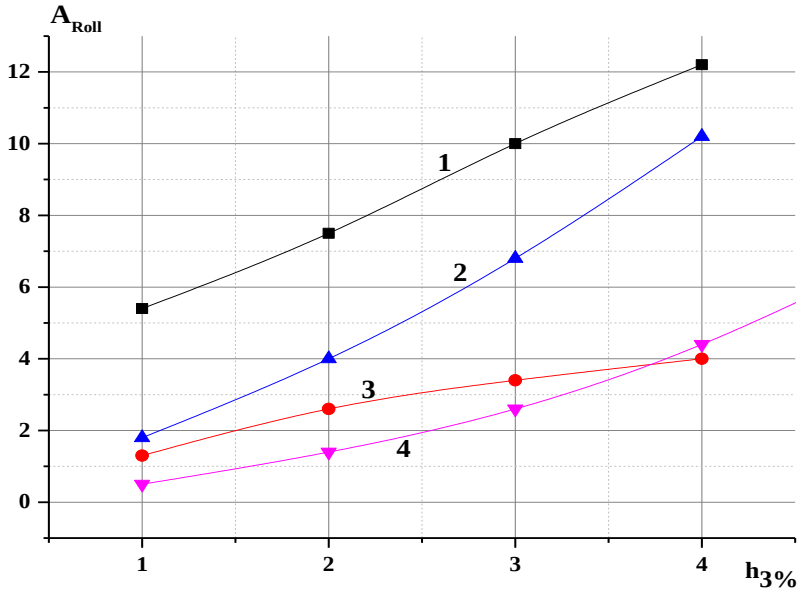


Рис. 10. Сравнение амплитуд бортовой качки на лаговом волнении: 1 – традиционный корвет, 1000 т; 2 – традиционный фрегат, 3500 т; 3 – СМПВ, 600 т, без хода; 4 – то же, 18 узлов.

Приведенные данные показывают, что рассмотренный 600-тонный корабль имеет меньшие амплитуды килевой и бортовой качки; в частности, на волнении 5 баллов может развивать расчётную скорость полного хода (18 узлов) при обеспечении заданных норм качеи по амплитудам.

Вывод, рекомендация.

1. Описанный метод обобщённого сравнения мореходных качеств позволяет применять любой набор нормируемых характеристик и любые их нормы для оценки мореходности любых объектов на заданных акваториях для получения результата в виде единственного числа. Этот результат может быть использован как при выборе типа объекта и мероприятий по улучшению его мореходности, так и в качестве показателя возможного времени полноценной работы объекта в заданных условиях, в том числе – для сравнения методом «стоимость – эффективность».

2. Для повышения точности сравнения рекомендуется использование зависимостей рассматриваемых характеристик как от скорости, так и от курсовых углов к фронту волн без введённого выше допущения о косинусоидальной зависимости этих характеристик от курсового угла, а на основании более точных экспериментальных или расчётных данных, учитывающих влияние кажущихся частот на названные зависимости.

3. Суда и корабли с малой площадью ватерлинии могут обеспечить заметно более высокую мореходность, чем традиционные объекты большего (до 3 – 5 раз) водоизмещения.

Библиографический список:

1. «Многокорпусные суда», сборник статей под ред. Дубровского В.А. 1978 г. Изд. «Судостроение», 304 стр.

2. Dubrovsky, V. “Complex Comparison of Seakeeping: Method and Example”, Marine Technology and SNAME News,2000, vol. 37, # 4, October, pp.223 – 229,

Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2019