

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

И.В. Горбенко

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов (курсантов) направления подготовки 26.03.01
«Управление водным транспортом
и гидрографическое обеспечение судоходства»,
профиль «Управление водными и мультимодальными перевозками»
очной и заочной форм обучения

Калининград
Издательство БГАРФ
2018

УДК 656.6.025(073)

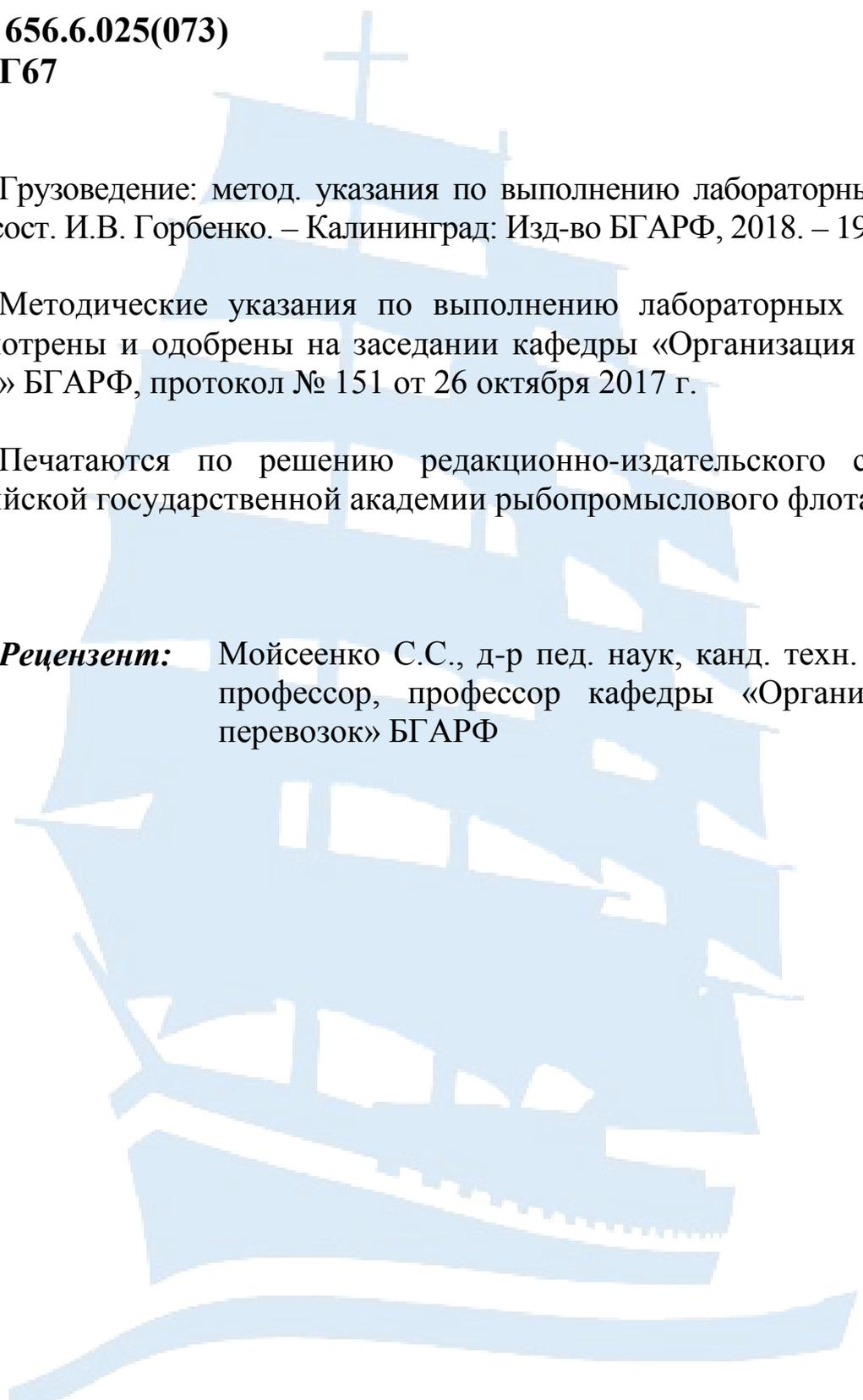
Г67

Грузоведение: метод. указания по выполнению лабораторных работ / сост. И.В. Горбенко. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2018. – 19 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Организация перевозок» БГАРФ, протокол № 151 от 26 октября 2017 г.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензент: Мойсеенко С.С., д-р пед. наук, канд. техн. наук, профессор, профессор кафедры «Организация перевозок» БГАРФ



БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018

Оглавление

Введение	4
1. Лабораторная работа № 1. Определение угла естественного откоса методом наклоняемого ящика.....	5
2. Лабораторная работа № 2. Определение удельного погрузочного объема навалочного груза	8
3. Лабораторная работа № 3. Определение плотности нефтепродукта.....	10
4. Лабораторная работа № 4. Определение температуры вспышки нефтепродуктов.....	13
5. Лабораторная работа № 5. Методика определения влажности навалочных и насыпных грузов	17
Список рекомендуемой литературы	19



БГАРФ

Введение

В лаборатории кафедры «Организация перевозок» проводится ряд исследований с навалочными, насыпными и наливными грузами.

Наличие лабораторного оборудования и приборов позволяет определить отдельные показатели транспортной характеристики грузов и влияние окружающей среды (температура, влажность) на транспортное состояние груза.

Проводятся такие работы, как определение угла естественного откоса для навалочных и насыпных грузов, плотность наливных и удельно-погрузочный объем навалочных, определение степени пожаростойкости горючих нефтепродуктов, определение абсолютной влажности углей.

Информация о свойствах грузов и их объемно-массовых показателях, полученная в лабораторных условиях, позволяет укрепить знания по отдельным важным показателям транспортной характеристики грузов, изучаемых дисциплиной «Грузоведение».



БГАРФ

Лабораторная работа № 1

Определение угла естественного откоса методом наклоняемого ящика

Данная методика разработана во исполнение требований Правила 2 главы 6 Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (IC SOLO) на базе раздела D2 «Методы испытаний по определению угла естественного откоса и применяемая при этом установка) Кодекса безопасной практики перевозки твердых навалочных грузов (IMO Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes the BC Code, 1991 edition)

1. Общие положения и область применения

Каждый навалочный и насыпной груз имеет свое значение угла естественного откоса. Обозначим его α . Угол естественного откоса является характеристикой навалочного груза в состоянии покоя. Это угол между горизонтальной плоскостью и образующей конуса, полученного в результате осыпания груза на эту плоскость. Величина угла естественного откоса зависит от рода груза, его гранулометрического состава и влажности. Под воздействием динамических нагрузок, особенно при вибрации и качке, угол естественного откоса может уменьшаться до нуля. С увеличением влажности угол естественного откоса растет, так как сцепление между частицами груза становится больше. При длительном хранении многих навалочных грузов на открытых складских площадках угол α и возрастает.

Навалочные грузы в зависимости от угла α делятся на две категории с точки зрения сыпучести (сыпучесть – способность насыпаемых и навалочных грузов перемещаться под воздействием сил тяжести или внешнего динамического воздействия):

1. *Насыпные грузы* с углом $\alpha \leq 35^\circ$ (зерновые грузы, песок, удобрения). Эти грузы в условиях морской перевозки считаются опасными с точки зрения смещения;

2. *Навалочные грузы* с углом $\alpha \geq 35^\circ$ (уголь, кокс, щебень, чугун, руда). Грузы этой категории более устойчивы к смещению.

При перевозке навалочных грузов очень важно значение угла α (особенно при морских перевозках), так как это связано с решением необходимости штивки и закреплении поверхности груза для обеспечения безопасности перевозки.

2. Процесс испытаний

2.1. Опыт №1. Определение угла естественного откоса в лабораторных условиях методом наклоняемого ящика

Метод наклоняемого ящика – это метод, разработанный в основном для лабораторного применения, и подходит для навалочных и насыпных грузов.

Угол, определяемый горизонтальной плоскостью ящика, – это угол, образованный в тот момент, когда начинается массовое осыпание груза, находящегося в ящике.

Угол регистрируется с помощью угломера.

2.2. Применяемое оборудование

Установка представляет собой станину, на которой крепится ящик без крышки. В нижней части ящика имеется ось с подшипниками, которые закреплены на станине. Поворотом оси можно изменять угол наклона ящика, который регистрируется угломером. Регулирование наклона ящика осуществляется домкратом с приводным колесом. Размеры ящика 600 x 400 x 200 мм.

Для предотвращения сползания испытываемого вещества по дну ящика, на него уложена решетка с отверстиями 30 x 30 x 25 мм.

Дополнительное оборудование:

- совок;
- линейка металлическая для выравнивания поверхности груза;
- клеенка для сбора осыпаемого груза.

2.3. Процедура определения угла естественного откоса

Перед испытанием необходимо убедиться, что ось установлена в горизонтальное положение. Ящик осторожно наполняется испытываемым веществом. Высыпание отдельных порций выполняется с наименьшей высоты, чтобы обеспечить однородность загрузки. Излишек вещества (горка) снимается линейкой или рейкой, наклонной на 45° в направлении ее движения.

Вращением привода домкрата осуществляется наклонение ящика. Ящик следует наклонять со скоростью около 0,3 град/с.

Наклонение останавливается в тот момент, когда начинается массовое осыпание испытываемого вещества.

Испытания должны проводиться на трех различных пробах.

Угол естественного откоса рассчитывается как среднее арифметическое трех измерений и округляется до $0,5^\circ$.

2.4. Опыт № 2. Определение угла естественного откоса в зависимости от влажности груза

В лабораторной работе исследованию подвергается груз – песок, который увлажняется и после его осыпания на горизонтальную поверхность измеряется угол естественного откоса в покое с помощью угломера.

Существуют 3 вида влажности:

- 1 подход – песок сухой;
- 2 подход – песок увлажненный;
- 3 подход – песок влажный (до мокрого состояния).

Вид испытаний с указанием углов естественного откоса отображается графически.

В конце отчета лабораторной работы делаются выводы с учетом контрольных вопросов.

2.5. Контрольные вопросы

1. В чем опасность сыпучести навалочных и насыпных грузов при морской перевозке?
2. Что такое угол естественного откоса, от чего он зависит?
3. Как увеличивается угол естественного откоса в зависимости от влажности навалочного груза?
4. При каких условиях угол естественного откоса навалочных грузов изменяется?

БГАРФ

Лабораторная работа № 2

Определение удельного погрузочного объема навалочного груза

Данная методика разработана во исполнение требований Правила 2 главы VI Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (IC SOLAS) и требований Кодекса безопасности практики перевозки твердых навалочных грузов (IMO Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes [the BC Code, 1991 edition]).

1. Общие положения и область применения

При планировании и перевозке навалочных и насыпных грузов, подборе судов при фрахтовании, при загрузке судов и составлении грузовых планов используют транспортные характеристики грузов, а именно – удельный погрузочный объем. В зарубежной практике эту величину называют “Stowage Factor”.

Удельный погрузочный объем (УПО) представляет собой удельный объем 1 тонны груза, выраженной в кубических метрах на тонну ($\text{м}^3/\text{т}$).

Насыпная масса и удельный погрузочный объем зависят от пористости (поры в самих частицах груза) и скважистости (свободное пространство между отдельными частицами груза).

Для навалочных грузов удельный погрузочный объем является величиной обратной насыпной массе ($\text{м}^3/\text{т}$).

Скважистость зависит от степени уплотнения груза. В порах и капиллярах частиц груза, а также в пространстве между отдельными частицами накапливается влага в виде льда и снега, а также свободная влага. Поэтому в разное время года и в зависимости от условий хранения удельный погрузочный объем (УПО) может меняться.

2. Применяемое оборудование

1. Емкости для груза (ведра: коническое + цилиндрическое).
2. Весы с пределами взвешивания до 100 кг.
3. Рулетка.
4. Совки для наполнения емкостей испытываемым грузом.
5. Металлическая линейка для разравнивания груза.

3. Процедура определения удельного погрузочного объема (УПО)

3.1. Подготовить весы для взвешивания, проверить на них установку нуля.

3.2. Взвесить порожнюю тару.

3.3. Заполнить емкость грузом без встряхивания и уплотнения, выровнять поверхность груза с помощью совка и металлической линейки.

3.4. Выполнить замеры груза в емкости для расчета его объема в м³.

3.5. Взвесить заполненную емкость.

3.6. Определить удельно-погрузочный объем груза (м) по формуле

$$m = \frac{V_{гр}}{M_{гр}},$$

где $V_{гр}$ – объем груза в емкости в м³;

$M_{гр}$ – масса груза (нетто) в т.

Повторить процедуру не менее трех раз.

Расчеты выполнить в лабораторной работе.

Окончательно УПО рассчитывается как среднее арифметическое трех полученных значений и округляется с точностью до двух значений цифр после запятой.

4. Выводы с учетом контрольных вопросов

Контрольные вопросы

1. Что такое пористость и скважистость навалочного груза?
2. Что влияет на значение удельно-погрузочного объема навалочных грузов?
3. В каких эксплуатационных расчетах используются удельно-погрузочные объемы навалочных грузов?

Лабораторная работа № 3

Определение плотности нефтепродукта

1. Общие положения

Плотность наливного груза (масса жидкости в единичной объеме) – одна из важнейших транспортных характеристик, используемых в расчетах при определении количества груза на борту судна и решении многих эксплуатационных задач.

Плотность жидких грузов определяют в соответствии с требованиями стандартов с помощью ареометров, ареометров (нефтеденсиметров), гидростатических весов, пикнометров.

У большинства жидких грузов плотность меняется в зависимости от химического состава и температуры. Поэтому при проведении расчетов количества груза на борту используют стандартную плотность, т.е. плотность при стандартной температуре.

В отечественной практике в качестве стандартной для жидких грузов принята температур 20 °С.

Плотность жидкого груза при температуре t° можно пересчитать из стандартной плотности по формуле

$$\rho^t = \rho^{20} + \beta(20^\circ - t^\circ), \quad (1)$$

где ρ^{20} – стандартная плотность наливного груза при $t^\circ=20^\circ\text{C}$;

β – температурная поправка, $\text{т/м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$.

Для многих жидких грузов на практике используют относительную плотность – отношение плотности данного вещества к плотности стандартного вещества.

В качестве стандартного вещества для жидкостей принята дистиллированная вода при температуре 4 °С, а для газов – воздух. Дистиллированная вода при $t^\circ = 4^\circ\text{C}$ имеет плотность $\rho_{cm}=1 \text{ т/м}^3$.

Переход относительной плотности к плотности ρ^t осуществляется по формуле

$$\rho^t = d_t \cdot \rho_{cm}, \quad (2)$$

где d_t – относительная плотность вещества;

ρ_{cm} – стандартная плотность вещества.

2. Применяемое оборудование

1. Набор ареометров.
2. Стекланные цилиндры для испытуемых нефтепродуктов.
3. Термометр со шкалой до 100 °С.
4. Нагревательный прибор.
5. Жестяная емкость для нагрева нефтепродукта.

3. Порядок выполнения работы

3.1. В чистый стекланный цилиндр осторожно влить испытуемый нефтепродукт на 50 мм ниже его верхней кромки. При наливке не следует допускать образования пены на поверхности.

3.2. Ареометр медленно опустить в испытуемую жидкость, держа его за верхний конец и следя, чтобы он не касался стенок цилиндра.

ВНИМАНИЕ: нельзя резко опускать ареометр, так как он может удариться о дно и разбиться.

После того как прекратятся колебания ареометра и поверхность груза станет ровной, снимают показания ареометра по уровню груза. При снятии отсчета глаз наблюдателя должен находиться на уровне мениска жидкости.

3.3. Для подогрева испытуемого нефтепродукта его переливают в жестяную емкость с целью подогрева на нагревательном приборе. Переливают нагретую жидкость в стекланный цилиндр, измеряют температуру и плотность. Повторить измерения плотности испытуемого нефтепродукта, как описано в п. 3.2, три раза предварительно вытерев насухо ареометр.

3.4. Повторить процедуру описанную в пп. 3.2, 3.3 с нефтепродуктом той же марки, но предварительно прогретым до $t\text{ }^{\circ}\text{C} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$; $60\text{ }^{\circ}\text{C}$; $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Обработка и представление результатов испытаний

4.1. Обработка результатов испытаний

Погрешность параллельных определений плотности с помощью ареометра не должна превышать $0,001\text{ т/м}^3$. Измерения, в которых отклонения превышают допустимые, должны отбраковываться и дублироваться. В качестве плотности принимать среднее арифметическое значение, полученное из трех измерений.

4.2. Результаты испытаний заносятся в таблицу

Таблица

№ исп.	Температура нагрева, t °С	Значения плотности, полученные путем измерений	Значения плотности, полученные расчетным путем по формуле (1)
1			
2			
3			
4			
5			

Примечание: температурная поправка « β » дается преподавателем в соответствии со справочной литературой.

4.3. Построение графика зависимости плотности нефтепродукта от температуры, полученных путем практических измерений и расчетным путем



5. Выводы с учетом контрольных вопросов

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность вещества?
2. От чего зависит плотность нефтепродукта?
3. Что такое стандартная плотность?
4. Каким образом определяется плотность нефтепродукта?
5. Какие приборы используют для определения плотности нефтепродукта?
6. Как правильно определить плотность нефтепродукта?

Лабораторная работа № 4

Определение температуры вспышки нефтепродуктов

1. Общие положения

Многие жидкие грузы, например нефтепродукты, обладают огнеопасными и взрывоопасными свойствами, которые определяют безопасность морской перевозки.

В соответствии с Правилами перевозок нефти и нефтепродуктов на танкерах морского флота нефтепродукты и химические органические продукты по взрывоопасности и пожароопасности подразделяются на:

1. *Легковоспламеняемые жидкости (ЛВЖ)*, способные воспламенятся от кратковременного воздействия источника зажигания с низкой энергией.

2. *Вещества средней воспламеняемости*, способные воспламенятся от длительного воздействия источника зажигания с низкой энергией.

3. *Трудновоспламеняемые жидкости*, способные воспламенятся только под воздействием мощного источника зажигания.

Огнеопасность характеризуется температурами вспышки и воспламенения нефтепродукта.

Классификация ЛВЖ по температуре вспышки

ЛВЖ по степени опасности	Температура вспышки	
	в закрытом тигле	в открытом тигле
Особо опасные	$t_{всп} \geq -18$	$t_{всп} \leq -13$
Постоянные опасные	$+23 \geq t_{всп} \geq -18$	$+27 \geq t_{всп} \geq -13$
Опасные при повышенной температуре	$+23 \geq t_{всп} \geq +61$	$+27 \geq t_{всп} \geq +66$

Температурой вспышки нефтепродукта называется минимальную температуру, при которой пары продукта, нагреваемого в стандартных условиях, образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени.

При температуре вспышки сгорают пары над поверхностью жидкости, но выделяющейся при этом теплоты недостаточно для горения вещества.

Однако смесь является огнеопасной только при определенных концентрациях.

Предельной концентрацией паров в воздухе, при которых возможно воспламенение смеси и распространение пламени, называют *концентрационными пределами воспламенения*.

Различают верхний и нижний предел концентрации взрывоопасных смесей.

Нижним температурным пределом называют минимальную температуру, при которой пары горючего образуют взрывоопасную смесь и могут воспламеняться.

Верхним температурным пределом называют максимальную температуру горючего, при которой смесь паров горючего с воздухом еще сохраняет взрывные свойства. При дальнейшем повышении температуры смесь переобогащается парами горючего настолько, что становится негорючей.

Областью воспламенения называется интервал концентраций горючего вещества в воздухе между НКПВ и ВКПВ.

Для ЛВЖ температура воспламенения больше температуры вспышки на 1-5 °С, для горючих жидкостей – 30-35 °С. Чем ниже температура вспышки, тем больше взрыво- и пожароопасность жидкости.

В лабораторной работе температура вспышки испытуемого нефтепродукта определяется с помощью прибора ПВНЭ с регулятором напряжения.

2. Применяемое оборудование:

- прибор ПВНЭ с регулятором напряжения;
- термометр ТН-1 с пределами измерения до 360 °С;
- стеклянный или металлический цилиндр для испытуемого нефтепродукта.

Прибор ПВНЭ состоит – из тигля, закрытого крышкой, ванны с электронагревом. Тигель из гнезда ванны вынимается ухватом. Для этого на фланце укреплены два крючка. На внутренней поверхности тигля имеется круговой уступ – указатель уровня нефтепродукта. На крышке расположены заслонка с механизмом ее перемещения, патрубок для термометра и мешалка с гибким валиком. В крышке прорезаны три отверстия трапецеидальной формы. В нерабочем положении они закрываются заслонкой с двумя отверстиями, которые соответствуют среднему и боковому отверстиям крышки. При вращении заслонки рукояткой открываются боковые отверстия крышки. Заслонка возвращается в первоначальное положение. Для перемешивания нефтепродукта и смеси его паром с воздухом служит мешалка. Ниж-

няя пара лопастей перемешивает нефтепродукт, а верхняя – создает смесь пара с воздухом. Ванна состоит из корпуса, в котором смонтирован электродвигатель. Снизу на корпус имеется винт для заземления прибора. Зажигание смеси осуществляется зажигательной лампочкой, которая при открытии боковых отверстий крышки отклоняется в отверстие в крышке. Возвращение заслонки и зажигательной лампочки в первоначальное положение происходит под воздействием пружины, находящейся в рукоятке перемещения заслонки.

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство прибора ПВНЭ, последовательность операций по открытию / закрытию окон тигля.

2. Налить испытуемый нефтепродукт в тигле до метки, закрыть крышку, вставить тигель в нагревательную баню, зажечь фитиль лампочки и отрегулировать пламя так, чтобы его форма была близкой к шару диаметром 3-4 мм.

3. Нефтепродукт в собранном приборе нагревают следующим образом. При анализе нефтепродуктов с температурой вспышки до 50 °С температуру повышают со скоростью 1 °С/мин; при непрерывном перемешивании горючего в тигле. При анализе нефтепродуктов с температурой вспышки от 50 до 150 °С, начальный нагрев ведут со скоростью 5-8 °С/мин; при анализе нефтепродуктов с температурой вспышки свыше 150 °С – со скоростью 10-12 °С/мин при периодическом перемешивании. Когда нефтепродукт нагреется до температуры на 30 °С ниже предполагаемой температуры вспышки, скорость нагревания уменьшается до 1-2 °С/мин.

4. При температуре на 10 °С ниже ожидаемой температуры вспышки (задается преподавателем) начать испытание на вспыхивание через 1 °С для продукта вспышки до 50 °С и через 2 °С – для продуктов температурой вспышки выше 50 °С.

5. При этом нефтепродукт непрерывно перемешивают, прекращая перемешивание в момент открытия заслонки. Поворотом ручки открываются окна крышки тигля и зажигательная лампочка наклоняется через окно в паровое пространство тигля. Окна крышки открываются на секунду.

6. Если вспышка не произошла, то продукт вновь перемешивают, повторяя операции зажигания через 2 °С.

За температуру вспышки принимают показываемую термометром температуру появления первого синего пламени над поверхностью нефтепродукта.

Результаты определения температуры вспышки фиксируются в таблице с обозначениями «вспышка произошла», «вспышка не произошла».

Температуры, °С	Наличие вспышки

7. В конце отчёта лабораторной работы делаются выводы с учетом контрольных вопросов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите характеристики опасности, которыми обладают нефтепродукты.
2. Что характеризует температура вспышки нефтепродукта?
3. Что такое нижний и верхний предел концентрации взрывоопасных смесей?
4. Опишите устройство прибора ПВНЭ и принцип его работы.
5. Как определяется температура вспышки нефтепродукта в закрытом тигле?
6. Каковы различия между температурой воспламенения и температурой вспышки?

Лабораторная работа № 5

Методика определения влажности навалочных и насыпных грузов

Данные методические указания разработаны во исполнение требований Правила 2 главы VI Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (IC SOLAS) и требований Кодекса безопасной практики перевозки твердых навалочных грузов (IMO Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes [the BC Code, 1991 edition]).

1. Общие положения и область применения

Оценки кондиционного состояния груза при погрузке, необходимости штивки или укрепления поверхности штабеля груза, возможности смещения груза вследствие его разжижения при морской перевозке базируются на определениях влагосодержания груза.

1. Влажность – это важная транспортная характеристика навалочного груза. Обычный способ ее определения – это высушивание образца в сушильном шкафу при температуре 100-110 °С до достижения постоянной массы проб.

Влажность сухого груза (ω_c) % определяется как разность масс сухого (m_1) и высушенного (m_3) вещества к первоначальной массе образца (m_1) и называется абсолютной влажностью сухого навалочного груза:

$$\omega_c = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \cdot 100 \%$$

Влажность увлажненного груза ($\omega_{вл}$) % определяется как разность масс увлажненного (m_2) и высушенного (m_3) вещества к первоначальной массе образца (m_2) и называется абсолютной влажностью влажного навалочного груза:

$$\omega_{вл} = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \cdot 100 \%$$

2. С увеличением влажности угол естественного откоса груза растет до определенного предела, затем резко снижается и груз может быть разжижен.

Изменение влажности влияет на силы сцепления и прочностную характеристику груза.

Условием выполнения нашей работы является результат, когда $m_1 \geq m_3$.

В практике известны случаи, когда при перевозке навалочного груза происходило его смещение, что привело к аварийному углу крена судна, а в некоторых случаях и к гибели судна, причина – разжижения (повышенное увлажнение груза).

При погрузке навалочных грузов склонных к разжижению, что обозначено в декларациях о грузе, должна контролироваться их влажность и сравниваться с транспортабельным пределом влажности.

2. Применяемое оборудование:

- 3 емкости (противни из неокисляющего металла);
- навалочный груз;
- весы (с точностью до 1 грамма);
- электрический сушильный шкаф с терморегулятором, обеспечивающим устойчивую температуру нагрева до 110 °С;
- термометр (ртутный до 120 °С с ценой деления шкалы 1 °С).

3. Процедура определения абсолютной влажности грузов

1. Взвешиваем на весах 3-мерные емкости (тары).
2. Взвешиваем на весах 3-мерные емкости, наполненные испытуемым веществом.
3. Взвешиваем на весах 3-мерные емкости, наполненные испытуемым веществом и водой.
4. Ставим 3-мерные емкости в сушильный шкаф.
5. Вынимаем 3-мерные емкости и снова их взвешиваем. Сравниваем полученные результаты взвешивания с предыдущими, продельываем высушивание до тех пор, пока полученные результаты взвешивания не будут меньше предыдущих: $m_3 > m_1$, $m_3 < m_2$.
6. Определяем чистый вес вещества (нетто).
7. Все данные для расчета сводим в таблицу.

Исходные данные

Таблица

Перечень взвешиваний	1 емкость	2 емкость	3 емкость
Масса тары			
Масса тары с грузом			
Масса нетто m_1			
Масса увлажненного груза (брутто)			
Масса увлажненного груза (нетто) m_2			
Масса груза после просушки в сушильном шкафу (брутто)			
Масса груза после просушки в сушильном шкафу (нетто) m_3			

Единицы измерения в таблице в граммах.

4. Определение абсолютной влажности

1. Определяем абсолютную влажность сухого вещества в процентах:

$$\omega_c = \frac{m_1 - m_3}{m_1} \cdot 100 \%$$

2. Определяем абсолютную влажность увлажняемого вещества в процентах:

$$\omega_{вл} = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \cdot 100 \%$$

3. Выполняем расчеты определения абсолютной влажности сухого и увлажненного вещества по 3 вариантам .

5. Выводы

1. В выводах обозначить значение абсолютной влажности груза при морской перевозке.

2. Привести замеры трансцендентального предела влажности отдельных навалочных грузов.

6. Контрольные вопросы

1. Почему важно знать влажность груза?
2. Что такое абсолютная влажность груза?
3. Что такое относительная влажность?
4. Что такое трансцендентальный предел влажности для каждого вида груза?
5. Что такое влажность разжижения?

Список рекомендуемой литературы

1. Козырев В.К. Грузоведение: учебник. – М.: «РКонсультант»; Одесса: «Феникс», 2005.
2. Горбенко И.В. Груз и его свойства: учебное пособие. – Калининград: БГАРФ, 2002.
3. Правила морской перевозки опасных грузов (МОПОГ).



978210001774

Ирина Вячеславовна Горбенко

ГРУЗОВЕДЕНИЕ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для студентов (курсантов) направления подготовки 26.03.01
«Управление водным транспортом
и гидрографическое обеспечение судоходства»,
профиль «Управление водными и мультимодальными перевозками»
очной и заочной форм обучения

*Ведущий редактор М.Б. Априянци
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Компьютерное редактирование
И.В. Леонова*

*Подписано в печать 03.06.2018 г.
Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд. л. 1,8.*

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

Печать офсетная.

Формат 60 x 90 1/16.

Заказ № 1351. Тираж 40 экз.

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:
<http://bgarf.ru/academy/biblioteka/elektronnyj-katalog/>

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.