Система ведомственных нормативных документов
по проектированию, строительству и эксплуатации
объектов Министерства обороны Российской Федерации

ВЕДОМСТВЕННЫЙ РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ СИСТЕМЫ

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗОН МУТНОСТИ ПРИ ДНОУГЛУБЛЕНИИ И ДАМПИНГЕ НА АКВАТОРИЯХ ВМФ

ВРДС 12-05-03
МО РФ

Издание официальное

Москва
2003

gost.e-ecolog.ru

Система ведомственных нормативных документов
по проектированию, строительству и эксплуатации
объектов Министерства обороны Российской Федерации

ВЕДОМСТВЕННЫЙ РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ СИСТЕМЫ

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗОН МУТНОСТИ ПРИ ДНОУГЛУБЛЕНИИ И ДАМПИНГЕ НА АКВАТОРИЯХ ВМФ

ВРДС 12-05-03
МО РФ

Издание официальное

Главнокомандующий Военно-Морским Флотом.
Начальник строительства и расквартирования войск –
Заместитель Министра обороны Российской Федерации

Москва
2003

# Введение

1 Настоящие Указания разработаны с целью создания методологической основы по определению расчетным методом распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге (подводном отвале грунта).

2 Указания содержат методики для расчетов распространения зон мутности при дноуглублении землесосами и черпаковыми земснарядами, а также при дампинге на акваториях.

3 Указания могут быть использованы проектными и другими специализированными организациями при проведении оценок воздействия на окружающую природную среду и разработке природоохранных мероприятий в составе проектов дноуглубительных работ на акваториях объектов транспортного и гидротехнического строительства.

# Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ в НИЦ 26 ЦНИИ МО РФ (Загрядская Н.Н., Калинин С.Г., Наумов А.О.), 23 ГМПИ (Белов Д.М., Прозоров А.А.).

ВНЕСЕНЫ Начальником строительства, инженерного обеспечения и расквартирования Военно-Морского Флота, первым заместителем Начальника строительства и расквартирования войск МО РФ

2 УТВЕРЖДЕНЫ Начальником строительства и расквартирования войск-заместителем Министра обороны РФ, Главнокомандующим Военно-Морским Флотом

3 ВРДС-12-05-03 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Настоящие Указания не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения УНСИОР ВМФ и ВНК Начальника строительства и расквартирования МО РФ.

Содержание

Стр.

1 Область применения ... 1
2 Термины, определения, обозначения и сокращения 3
3 Нормативные ссылки ... 4
4 Общие положения ... 6
5 Указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении ... 13
5.1 Общие положения ... 13
5.2 Определение основных характеристик зон мутности при дноуглублении с использованием самоотвозных землесосов ... 15
5.3 Определение основных характеристик придонных зон мутности при дноуглублении с использованием черпаковых земснарядов ... 26
6 Указания по расчету распространения зон мутности при дампинге ... 33
6.1 Общие положения ... 33
6.2 Определение основных характеристик зон мутности при дампинге. Плоская модель ... 35
6.3 Определение основных характеристик зон мутности при дампинге. Пространственная модель ... 38
Приложение А Библиография ... 53
Приложение Б Пример расчета основных характеристик зон мутности при дноуглублении с использованием самоотвозных землесосов ... 55
Приложение В Пример расчета основных характеристик зон мутности при дноуглублении с использованием черпаковых земснарядов ... 59
Приложение Г Пример расчета основных характеристик зон мутности при дампинге Плоская модель ... 63

Приложение Д Пример расчета основных характеристик зон мутности при дампинге. Пространственная модель..... 69

Приложение Е Пример ввода исходных данных и результатов определения распространения зон мутности по программе для ПЭВМ DNODAMP..... 74

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**Ведомственный нормативный документ по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях Военно-Морского Флота Министерства обороны Российской Федерации**

**Методические указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на акваториях ВМФ**

Дата введения 1 января 2004 г.

## 1 Область применения

Настоящие Указания устанавливают порядок и методику расчетов распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге (подводном отвале грунта).

Указания предназначены для использования проектными и другими специализированными организациями при проведении оценок воздействия на окружающую природную среду и разработке природоохранных мероприятий в составе проектов дноуглубительных работ на акваториях объектов ВМФ.

Положения Указаний могут быть распространены на объекты транспортного и гидротехнического строительства другой ведомственной принадлежности.

Положения настоящих Указаний включают общие рекомендации по определению расчетных параметров дампинга, дноуглубления и генерируемых ими зон мутности.

Издание официальное

Указания содержат методики для расчетов распространения зон мутности при дноуглублении землесосами и черпаковыми земснарядами, а также при дампинге на мелководных акваториях с использованием плоской модели и на глубоководных акваториях с использованием пространственной модели.

Положения настоящих Указаний подлежат применению проектными и другими специализированными организациями при проектировании объектов ВМФ на стадиях ОИ и ТЭО (проект). На стадии рабочего проектирования определение пространственного распространения зон мутности при дноуглублении и дампинге на любых глубинах рекомендуется производить по результатам численного моделирования, например, с использованием пакетов программ DNODAMP для ПЭВМ, разработанных НИЦ 26 ЦНИИ или других.

## 2 Термины, определения, обозначения и сокращения

| Термины | Определения |
|---|---|
| Дампинг | Поверхностный сброс в районе подводной свалки грунта, вынутого при дноуглублении и транспортируемого шаландами или самоотвозными землесосами |
| Пятно зоны мутности, зона мутности | Зона акватории района дампинга (дноуглубления), ограниченная заданной ПДК на данном горизонте воды |
| ПДК | Количество (концентрация) вредного вещества в воде водоема, при котором его использование за определенный промежуток времени не влечет отрицательного воздействия на здоровье человека, животный и растительный мир. |
| ПДС | Масса веществ в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. |

**Обозначения и сокращения**

Обозначения и сокращения, принятые в тексте нормативного документа, и их расшифровки приведены в тексте соответствующих разделов.

## 3 Нормативные ссылки

В настоящих Указаниях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М. 1986.

СанПин 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М., Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000г.

СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

СанПиН 2.1.4.027-95 от 10.04.1995г. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.

СанПиН 2.2.1-2.1.1.1031-01. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

ГН 2.1.5.689-98 и ГН 2.1.5.690-98. «ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

СП 2.1.5.761-99 (дополнения №1 к ГН 2.1.5.689-98 и ГН 2.1.5.690-98) «ПДК и ОДУ химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

РД 31.74.08-85. Техническая инструкция по производству морских дноуглубительных работ. Минморфлот. 1986.

РД 31 35.10-86. Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий. Минморфлот. 1987.

РД 31.74.09-86. Нормы на морские дноуглубительные работы. М. Минморфлот 1986.

## 4 Общие положения

4.1 Настоящие Указания регламентируют определение основных характеристик зон мутности (взвеси), образующихся согласно РД 31.74.08; РД 31.35.10; РД 31.74.09 при дноуглублении и дампинге (подводном отвале грунта).

4.2 При разработке Указаний полагалось, что при дноуглублении зоны мутности образуются при работе черпаковых земснарядов или землесосов с гидрорыхлителями (на дне), а также при возможных сливах воды из трюмов землесосов при их загрузке (на поверхности акватории).

Также полагалось, что при дампинге зоны мутности образуются в результате разгрузки на морском отвале шаланд (при дноуглублении земснарядами) или трюмов самоотвозных землесосов (при дноуглублении самоотвозными землесосами).

4.3 В качестве основных характеристик зон мутности при дноуглублении и дампинге принимаются:

- $S_{max1}$[1], м$^2$, и $S_{max2}$[1], м$^2$, наибольшие площади пятен зон мутности, ограниченные изолиниями с концентрациями взвеси, превышающими фоновые значения на 0,75 мг/л ($ПДК_1$) и 0,25 мг/л ($ПДК_2$);

- $T_{s\,max1}$, с, и $T_{s\,max2}$, с, моменты времени, соответствующие развитию пятен зон мутности с площадями $S_{max1}$ и $S_{max2}$;

- $L_{Smax}$, м, *расстояние от точки распространения взвеси до центра пятна* зоны мутности взвеси с площадью $S_{max1}$ и $S_{max2}$, при дрейфе этого пятна;

---

[1] Здесь и далее по тексту индексами 1 и 2 обозначаются характеристики пятен зон мутности, ограниченных изолиниями с концентрациями взвеси, превышающими фоновые значения соответственно на $ПДК_1$ и $ПДК_2$. $ПДК_1$ (0.75мг/л) и $ПДК_2$ (0,25 мг/л) приняты согласно требованиям нормативных документов /СанПин 2.1.5.980, СанПин 2.1.4.1074; СанПин 2.1.4.027, СанПин 2.2.1-2.1.1.1031, ГН 2.1.5.689, ГН 2.1.5.690, СП 2.1.5.76/ в зависимости от категории водопользования в районе проведения работ

- $T_{end1}$, с, и $T_{end2}$, с, время существования пятна зоны мутности с концентрацией взвеси, превышающей основные значения взвеси на $ПДК_1$ и $ПДК_2$;

- $L_{max}$, м, наибольшее расстояние от точки распространения взвеси до центра пятна зоны мутности с концентрацией взвеси, превышающей фоновые значения, больше, чем на $ПДК_1$ или $ПДК_2$;

- С, мг/л, характерное распределение концентрации техногенной взвеси в дрейфующем пятне в момент его максимального развития.

4.4 Определение основных характеристик зон мутности производится следующими методами:

- при дноуглублении, а также при дампинге с учетом пространственного распределения облака мутности - по методикам, базирующимся на результатах численного решения трехмерного уравнения турбулентной диффузии, полученных в НИЦ 26 ЦНИИ МО РФ (разделы 5.2, 5.3, 6.3);

- при дампинге без учета пространственного распределения облака мутности на глубинах не более 12 м - по методике, основанной на осредненной по глубине радиально-симметричной модели турбулентной диффузии, разработанной в 23 ГМПИ МО РФ (раздел 6.2).

В обоих случаях источник распространения взвеси принимается как точечный источник.

4.5 Исходными данными для определения основных характеристик распространения зон мутности являются:

- d, м, глубина в районе дноуглубления или дампинга, определяемая по морским картам или путем специальных промеров;

- G, т, масса частиц грунта при дампинге (рекомендации по определению G приведены в разделе 6); q, т/с, весовой расход частиц грунта при дноуглублении, перешедших во взвешенное состояние и являющихся источником повышенной мутности (рекомендации по определению q приведены в разделе 5);

- $T_{раз}$, с, время разгрузки трюма шаланды или самоотвозного землесоса при дампинге (принимается по технологическим данным);

- $T_{раб}$, с, время непрерывной работы земснаряда или землесоса при дноуглублении (принимается в соответствии с технологическими условиями работ);

- $U(U_x,U_y,U_z)$, м/с, скорости течения (принимаются по натурным, справочным данным или рассчитываются с использованием гидродинамических моделей);

- $K_{x,y}$ , $K_z$, коэффициенты горизонтальной и вертикальной турбулентной диффузии (принимаются по натурным, справочным или иным данным для конкретного района дноуглубления или дампинга; при отсутствии данных для ориентировочных расчетов рекомендуется принимать $K_{x,y}$=0,5÷2,0 $м^2/с$, $K_z$=0,1÷0,001$м^2/с$);

- $V_{oc}$, см/с, эффективная скорость седиментации (оседания), или гидравлическая крупность частиц взвеси, зависящая от диаметра частиц взвеси и температуры воды. Значения $V_{oc}$ могут определяться натурными или лабораторными экспериментами, или расчетным путем в соответствии с указаниями 4.7.

4.6 Размеры и положение зон мутности, ограниченных изолиниями с концентрацией, превышающей фоновую на $ПДК_1$ или $ПДК_2$, на первом этапе расчета определяются без учета скоростей течения. При отсутствии течения предполагается, что изолинии концентрации взвеси С, мг/л, имеют форму концентрических окружностей, центр которых расположен в точке источника распространения взвеси.

При наличии течения со скоростями U определяется расстояние $L_{Smax}$ и наибольшее расстояние $L_{max}$

$$L_{Smax1} = U \cdot T_{Smax1}, \qquad L_{Smax2} = U \cdot T_{Smax2}, \tag{4.1}$$

$$L_{max1} = U \cdot T_{end1}, \qquad L_{max2} = U \cdot T_{end2} \tag{4.2}$$

При наличии режимных данных о повторяемости скорости течения по направлениям (розы течений) границы зоны воздействия определенной обеспеченности рассчитываются по каждому румбу как произведение времени существования пятна $T_{end}$ на значение верхнего предела в градации скорости течения, соответствующей заданной обеспеченности.

При наличии данных только об обеспеченности различных скоростей течения без учета направления зоны воздействия различной обеспеченности представляются в виде концентрических окружностей с центром в точке источника распространения взвеси. Радиус каждой зоны рассчитывается как произведение времени существования пятна $T_{end}$ на значение верхнего предела в градации скорости течения определенной обеспеченности.

Распределение концентрации техногенной взвеси С в пространственном облаке мутности при дноуглублении и дампинге описывается выражением

$$C(x,y,z,t) = \frac{q}{8}\left(\frac{1}{\sqrt{\pi K t}}\right)^3 \exp\left(-\frac{x^2+y^2+z^2}{4Kt}\right), \qquad (4.3)$$

где C - концентрация примеси;
K - коэффициент турбулентной диффузии;
q - мощность источника примеси;
x,y,z,t - текущие координаты и время.

При дампинге, описываемым с использованием плоской модели, выражение для распределения концентрации С в пятне мутности приводится в 6.2.

4.7 Эффективная скорость седиментации взвеси рассчитывается по зависимости

$$V_{oc} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_{oci} p_i}{p}, \qquad (4.4)$$

где n - число выделенных фракций частиц грунта размером менее 0,1 мм;

$v_{oci}$ - гидравлическая крупность отдельных n-фракций частиц, определяется по таблице 1, см/с;

$p_i$ - весовое содержание в грунте отдельных n-фракций частиц размером менее 0,1 мм, в долях единицы;

p - весовое суммарное содержание в грунте частиц размером менее 0,1 мм, в долях единицы.

Температура воды определяется на основе натурных наблюдений либо по режимным характеристикам или литературным данным для периода производства работ.

Таблица 1 - Гидравлическая крупность взвеси, $V_{осл}$, см/с

| Диаметр частиц, мм | Температура воды, град. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 0,001 | 0,000059 | 0,000069 | 0,000079 | 0,000089 | 0,000100 |
| 0,005 | 0,00148 | 0,00172 | 0,00197 | 0,00223 | 0,00250 |
| 0,010 | 0,00593 | 0,00689 | 0,00784 | 0,00888 | 0,00997 |
| 0,015 | 0,0133 | 0,0154 | 0,0176 | 0,0199 | 0,0223 |
| 0,02 | 0,0235 | 0,0272 | 0,0311 | 0,0351 | 0,0394 |
| 0,03 | 0,0525 | 0,0606 | 0,0691 | 0,0780 | 0,0874 |
| 0,04 | 0,0923 | 0,1064 | 0,1212 | 0,1366 | 0,1527 |
| 0,05 | 0,1426 | 0,1640 | 0,1864 | 0,2097 | 0,2340 |
| 0,06 | 0.203 | 0,233 | 0,264 | 0,296 | 0,330 |
| 0,07 | 0.272 | 0,312 | 0,353 | 0,395 | 0,439 |
| 0,08 | 0.350 | 0,400 | 0,452 | 0,506 | 0,560 |
| 0,09 | 0,437 | 0,498 | 0,561 | 0,626 | 0,692 |
| 0,1 | 0.530 | 0,604 | 0,679 | 0,755 | 0,833 |

4.8 Физико-механические свойства грунтов дноуглубления определяются по данным инженерно-геологических изысканий, выполняемых при планировании дноуглубительных работ.

4.9 Гидрометеорологические условия определяются по результатам натурных исследований, расчетами с использованием соответствующих нормативных документов, например, СНиП 2.06.04* либо по данным территориальных органов Гидрометслужбы. Влияние ветра и волнения учитывается изменением полей течений.

4.10 Непрерывное время работы самоотвозных землесосов, черпаковых земснарядов при дноуглублении, а также время разгрузки шаланд и опорожнения трюмов землесосов при дампинге определяется по технической документации на эти суда, в результате замеров и хронометража или по данным производственной организации - владельца судна. В случае отсутствия этих сведений рекомендуется принимать при расчетах следующие значения

а) *при дноуглублении:*

1) непрерывное время работы самоотвозного землесоса - 1 час.;

2) черпакового земснаряда - 12 час.;

б) при дампинге:

1) время разгрузки шаланд 1-5 мин.;

2) время опорожнения трюма самоотвозного землесоса 7-15 мин.

4.11 При разработке графиков для определения основных характеристик зон мутности при дноуглублении и дампинге численные эксперименты проводились при наиболее распространенных для прибрежных районов морей коэффициентах турбулентной диффузии. Коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии принимался равным 1 $м^2/с$, вертикальной - 0,001 $м^2/с$. Если коэффициенты турбулентной диффузии для района, где проектируется дноуглубление и дампинг, резко отличаются от указанных выше, то определение характеристик зон мутности следует вести с использованием программы DNODAMP, описанной в Приложении Е.

4.12 В настоящем документе использованы рекомендации нормативных документов п.3, а также библиографические данные Приложения А.

# 5 Указания по расчету распространения зон мутности при дноуглублении

## 5.1 Общие положения

5.1.1 Дноуглубительные работы проводятся при углублении морских акваторий или подходных каналов к ним до проектных отметок. Выбранный со дна грунт чаще всего транспортируется в морской отвал (дампинг).

5.1.2 Настоящие Указания регламентируют определение основных характеристик зон мутности, возникающих при дноуглублении черпаковыми земснарядами и транспортировке грунта шаландами, а также при дноуглублении самоотвозными землесосами с рыхлителями.

5.1.3 При осуществлении дноуглубления с использованием самоотвозных землесосов с рыхлителями наиболее обширные зоны мутности образуются на дне при работе рыхлителей перед всасыванием. Если допускается перелив из трюма землесоса во время его заполнения, то возможно образование зон мутности на поверхности. При дноуглублении в грунтах с эффективной скоростью седиментации $V_{oc} \leq 0,2$ см/с возможно распространение (поднятие) облака мутности со дна до середины глубины акватории.

5.1.4 При осуществлении дноуглубления с использованием черпаковых земснарядов и транспортировке грунта шаландами наиболее обширные зоны мутности образуются на дне. Даже если допускается перелив из шаланд во время работы земснаряда, то образующиеся при этом на поверхности зоны мутности пренебрежимо малы. При дноуглублении в грунтах с эффективной скоростью седиментации $V_{oc} \leq 0,2$ см/с возможно распространение (поднятие) облака мутности со дна до середины глубины акватории.

5.1.5 Основными исходными данными для определения главных характеристик пятна мутности при дноуглублении являются скорость седиментации $V_{oc}$ и

расход q грунта, перешедшего во взвешенное состояние. $V_{oc}$ определяется согласно 4.7. Расход q, т/с, рассчитывается по выражению

$$q = pkQ\gamma_T \frac{\gamma - \gamma_B}{\gamma_T - \gamma_B} /3600, \qquad (5.1)$$

где p - весовое содержание в грунте (в долях единицы) частиц размером менее 0,1 мм, образующих зону повышенной мутности (определяется по данным о гранулометрическом составе грунтов дноуглубления);

k - коэффициент перехода грунта при работе технических средств во взвешенное состояние в долях единицы (просор),

Q - производительность технического средства по грунту, $м^3$/час (определяется по технологическим характеристикам землесоса);

$\gamma$ - объемный вес грунта в состоянии естественного сложения, $т/м^3$;

$\gamma_B$ - объемный вес воды, $\gamma_B$=1 $т/м^3$;

$\gamma_T$ - удельный вес частиц грунта, $т/м^3$.

5.1.6 При дноуглублении как землесосами, так и черпаковыми земснарядами пятно зоны мутности максимальных размеров $S_{max}$ может стабилизироваться и существовать довольно длительное время, особенно при использовании черпаковых земснарядов. Тогда в качестве дополнительных характеристик зон мутности следует принимать моменты времени $T_{smb}$, с, и $T_{sme}$, с, соответствующие началу и окончанию периода стабилизации максимальных размеров пятна мутности $S_{max}$ при дноуглублении земснарядами.

**5.2 Определение основных характеристик зон мутности при дноуглублении с использованием самоотвозных землесосов**

5.2.1 Основные характеристики придонных зон мутности

5.2 1.1 Наибольшие площади пятен зон мутности, $S_{max}$, м$^2$, образующихся на дне при работе гидрорыхлителей, сопровождающих работу землесосов, следует определять с использованием графиков на рисунке 1а,б. При этом на рисунке 1а представлены наибольшие значения площадей $S_{max1}$ зон мутности на дне, ограниченные изолинией концентрации взвеси, превышающей фоновую на 0,75 мг/л, ($ПДК_1$), на рисунке 1б наибольшие значения площадей $S_{max2}$ зон мутности на дне, ограниченные изолинией концентрации взвеси, превышающей фоновую на 0,25 мг/л ($ПДК_2$).

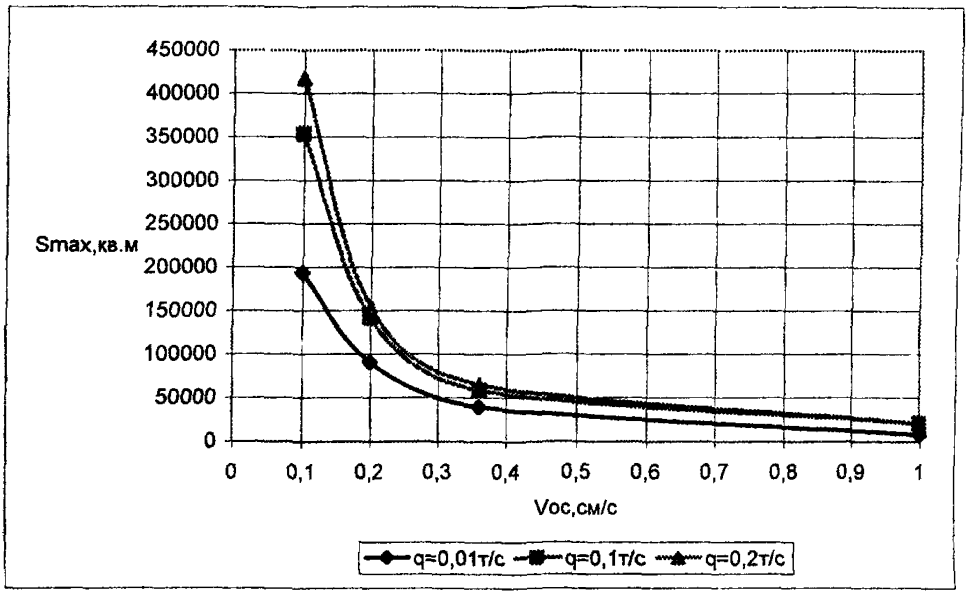
5.2.1.2 Моменты $T_{smb}$, с, достижения пятном зоны мутности на дне наибольших размеров $S_{max}$ и начала $T_{sme}$, с, его уменьшения следует определять с использованием графиков на рисунке 2а,б. При этом на рисунке 2а представлены значения $T_{smb}$ и $T_{sme}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, а на рисунке 2б - для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

5.2.1.3 Моменты $T_{end}$, с, исчезновения донного пятна зоны мутности, характеризующие время существования этого пятна, следует определять с использованием графиков рисунка 3а,б. По рисунку 3а определяются значения $T_{end1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 3б - значения $T_{end2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

5.2.1.4 При дноуглублении в пылеватых грунтах с эффективной скоростью седиментации $V_{oc} \leq 0,2$ см/с следует определять характеристики зон мутности не только на дне, но и на горизонте $d/2$. При этом по рисунку 4а определяются наибольшие площади пятна зоны мутности $S_{max}$, по рисунку 4б - моменты $T_{smax}$ достижения пятном зоны мутности наибольших размеров и моменты $T_{end}$ его исчезновения.

5.2.1.5 Определение весового расхода q, г/с, грунта, перешедшего во взвешенное состояние при дноуглублении землесосами, следует производить с исполь-

а




б

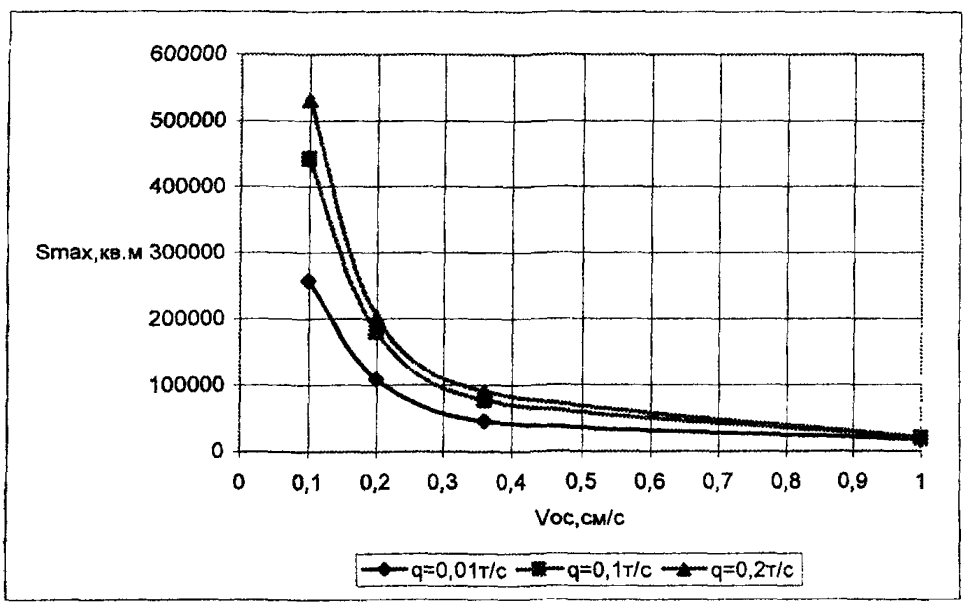
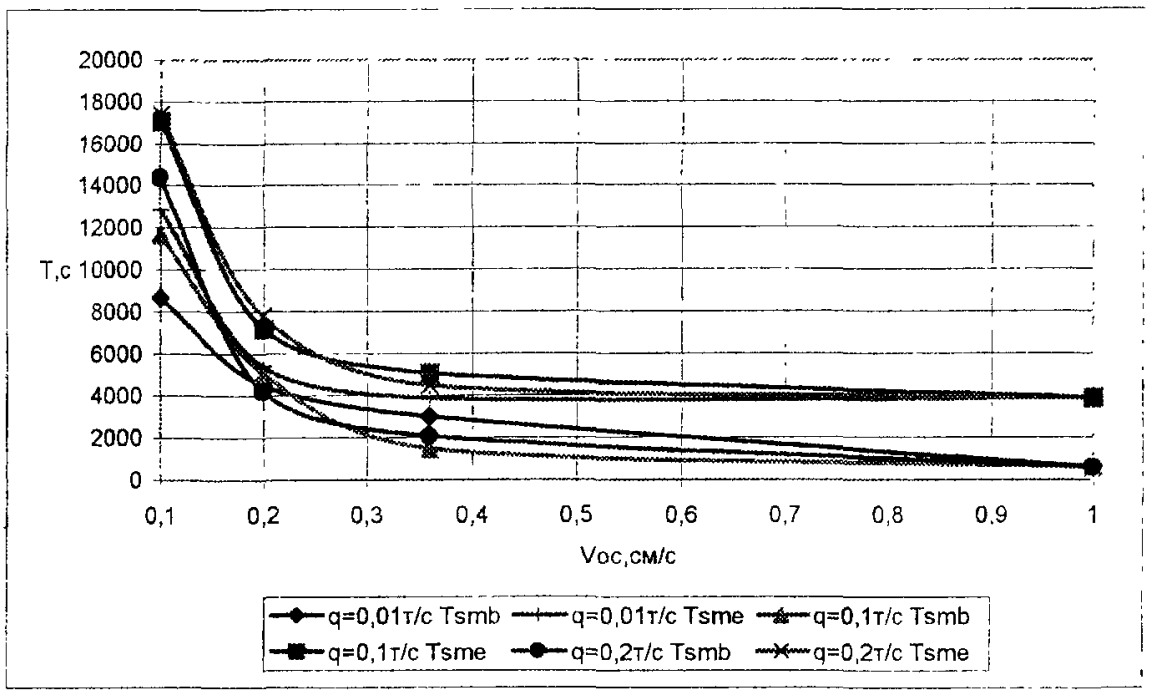



Рисунок 1- Наибольшие площади зон мутности Smax для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) на дне при дноуглублении землесосами

а




б

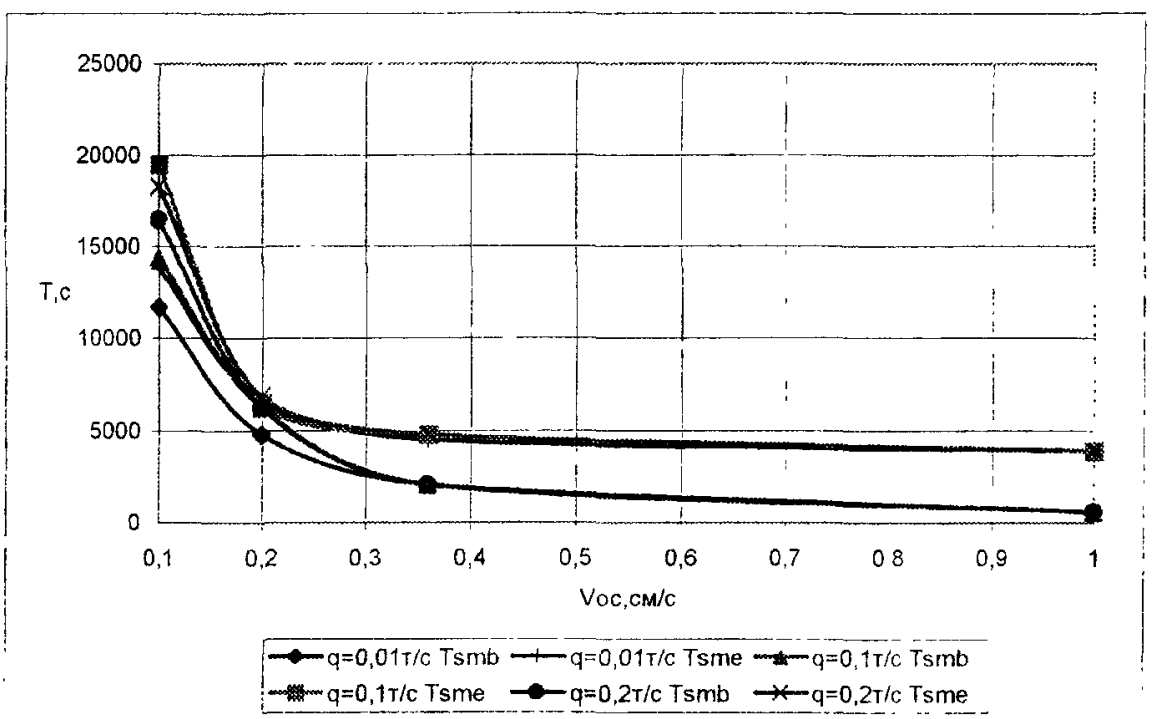
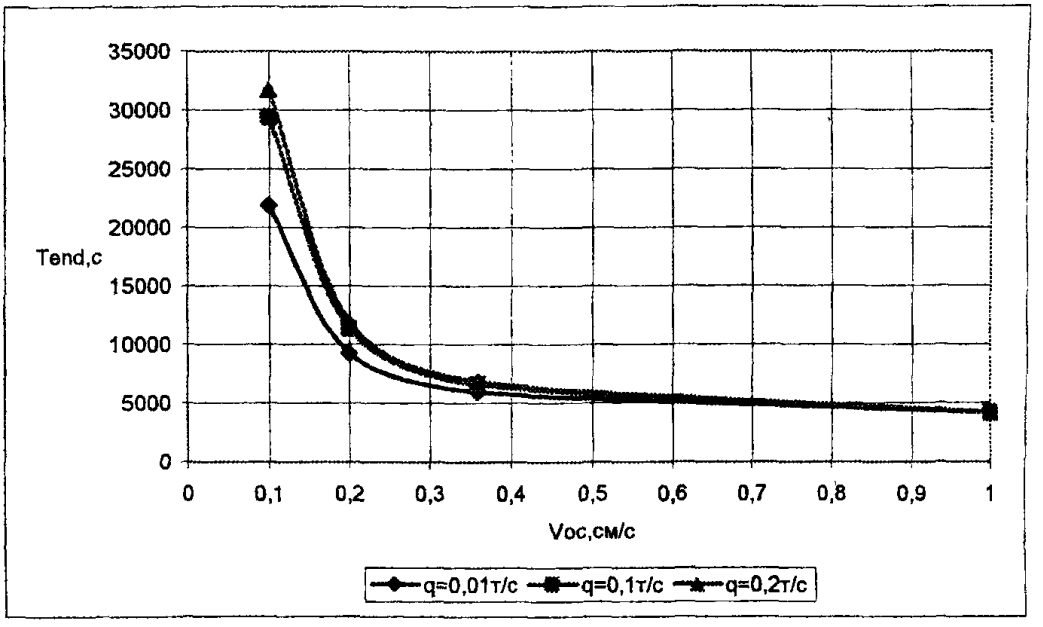



Рисунок 2 - Время Tsmb достижения зонами мутности на дне наибольших размеров и начала их уменьшения Tsme для ПДК - 0,75 мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л при дноуглублении землесосами

а




б

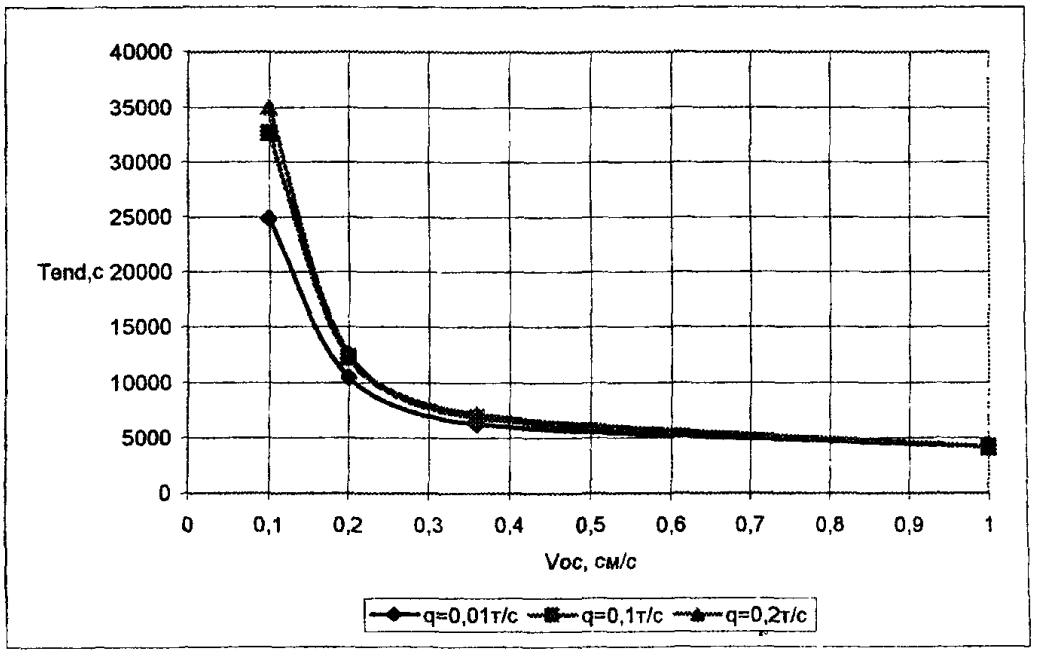
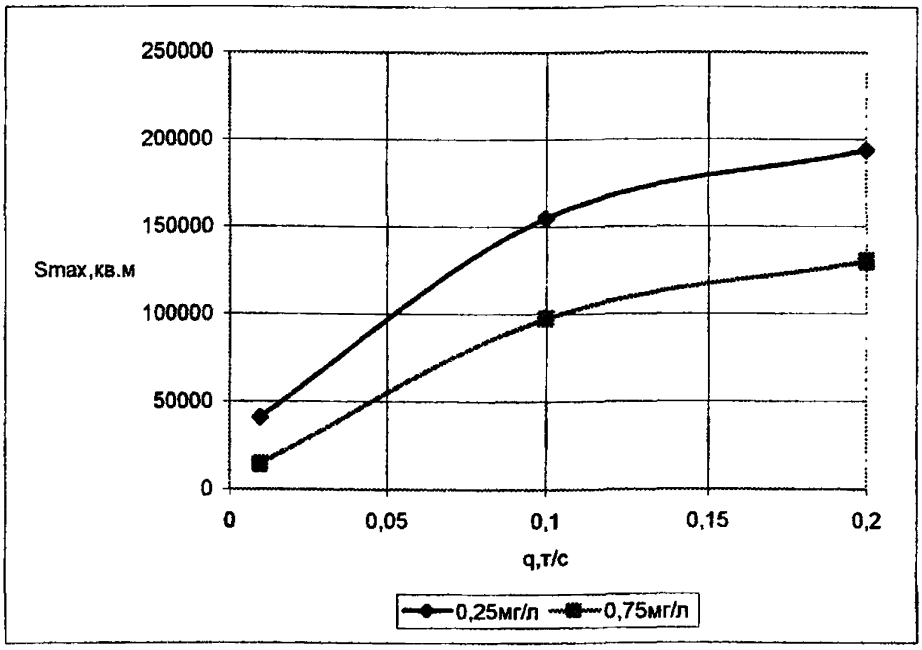



Рисунок 3- Время Tend существования донных зон мутности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25 мг/л (б) при дноуглублении землесосами

а




б

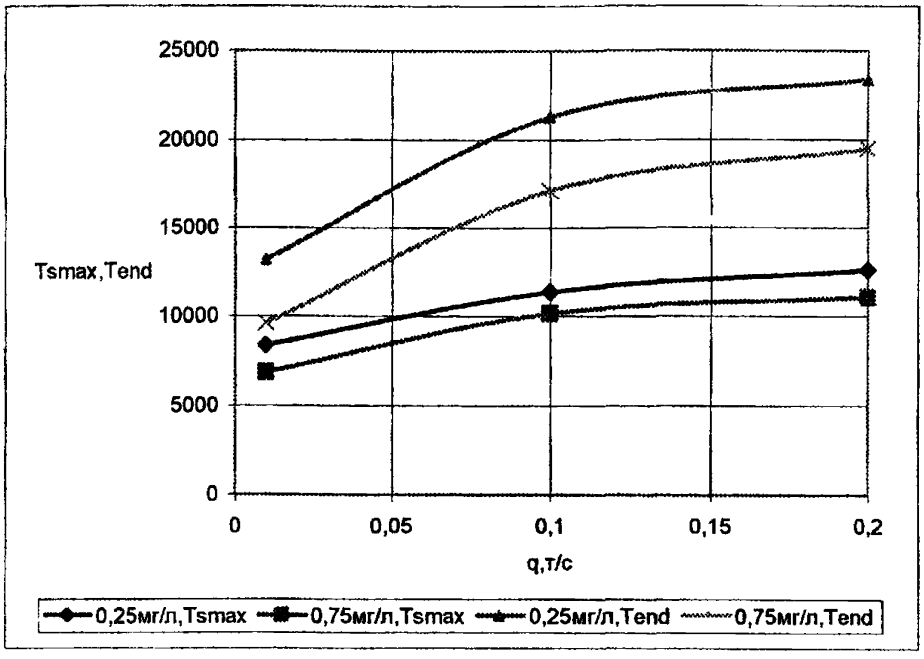



Рисунок 4 - Наибольшие площади зон мутности Smax на глубине d/2 для ПДК= 0,75мг/л и для ПДК=0,25 мг/л (а); моменты Tsmax достижения зон мутности наибольших размеров и моменты Tend их существования при дноуглублении землесосами Voc=0,01см/с (б)

зованием выражения (5.1); величину коэффициента k следует определять по данным натурных наблюдений, в случае их отсутствия допускается принимать, что при дноуглублении землесосами на дне $k \approx 0{,}05$.

5.2.2 Основные характеристики пятен зон мутности при переливе из трюма землесоса

5.2.2.1 Наибольшие площади зон мутности $S_{max}$, м$^2$, образующихся на поверхности, следует определять с использованием графиков на рисунке 5а,б. На рисунке 5а представлены значения $T_{Smax}$ на поверхности, ограниченные изолинией концентрации взвеси, превышающей фоновую на 0,75 мг/л. На рисунке 5б - превышающей фоновую на 0,25 мг/л.

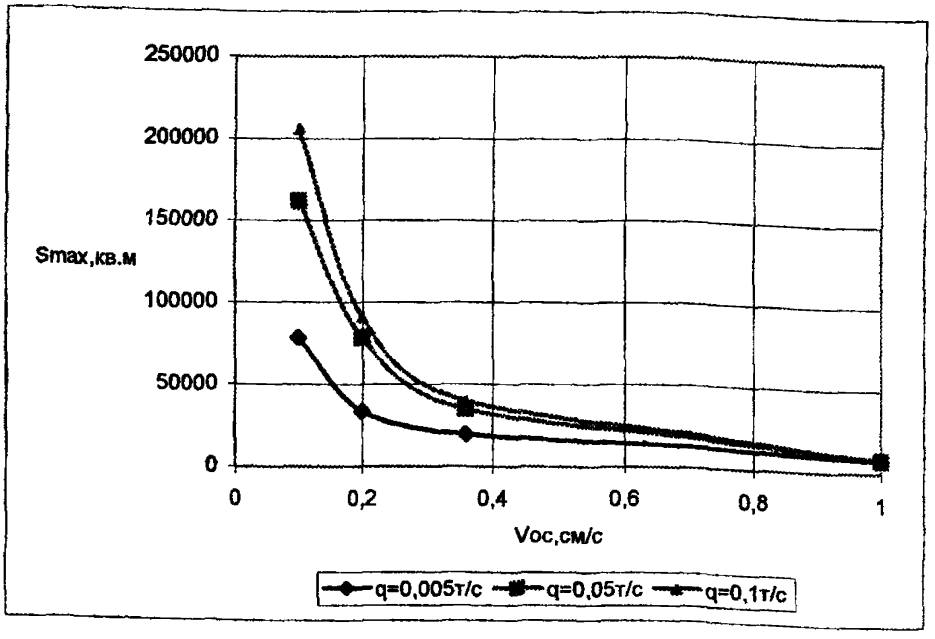
5.2.2.2 Моменты $T_{Smax}$, с, образования на поверхности пятна зоны мутности наибольших размеров следует определять по графикам на рисунке 6а,б. По рис.6а определяются значения $T_{smax1}$ для ПДК$_1$=0,75 мг/л, по рисунку 6б - $T_{smax2}$ для ПДК$_2$=0,25 мг/л.

5.2.2.3 Время существования $T_{end}$, с, пятна зоны мутности на поверхности акватории следует определять по графикам на рисунке 7а,б. По рисунку 7а определяются значения $T_{end1}$ для ПДК$_1$=0,75 мг/л, по рисунку 7б - $T_{end2}$ для ПДК$_2$= 0,25 мг/л.

5.2.2.4 Наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max}$, м$^2$, образующихся на среднем горизонте (при $d/2$), следует определять с использованием графиков на рисунке 8а,б. На рисунке 8а представлены значения $S_{max}$, ограниченные изолинией концентрации взвеси, превышающей фоновую на 0,75 мг/л, на рисунке 8б - превышающей фоновую на 0,25 мг/л.

5.2.2.5 Моменты $T_{Smax}$ образования на среднем горизонте пятна зоны мутности наибольших размеров $S_{max}$ следует определять по графикам на рисунке 9а,б. По рисунку 9а определяются значения $T_{Smax1}$ для ПДК$_1$=0,75 мг/л, по рисунку 9б - $T_{Smax2}$ для ПДК$_2$=0,25 мг/л.

а




б

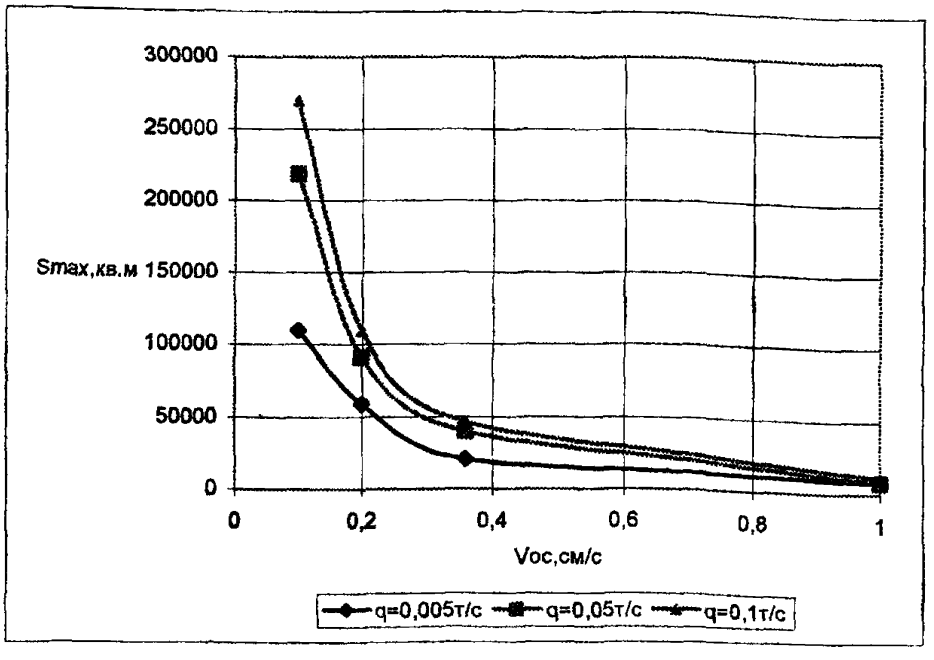
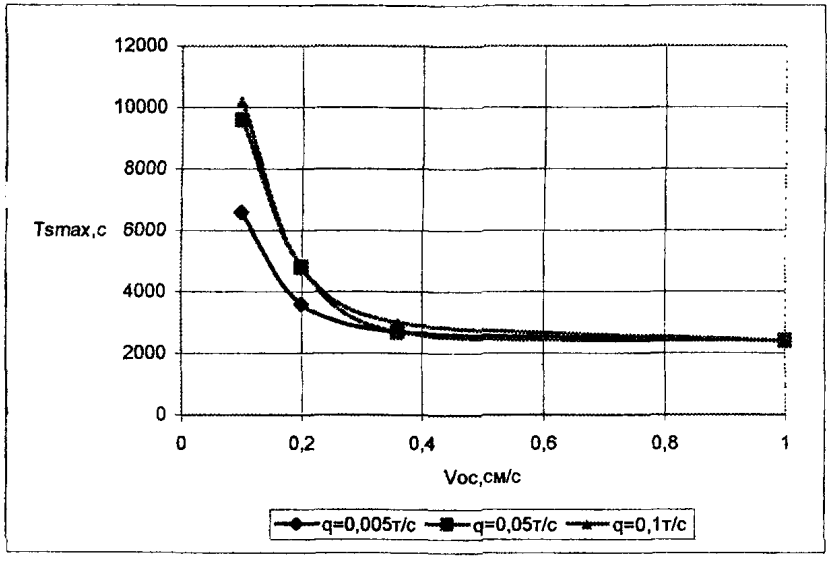



Рисунок 5 - Наибольшие площади Smax зон мутности на поверхности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25 мг/л (б) при сливе из трюма землесоса во время его работы

а




б

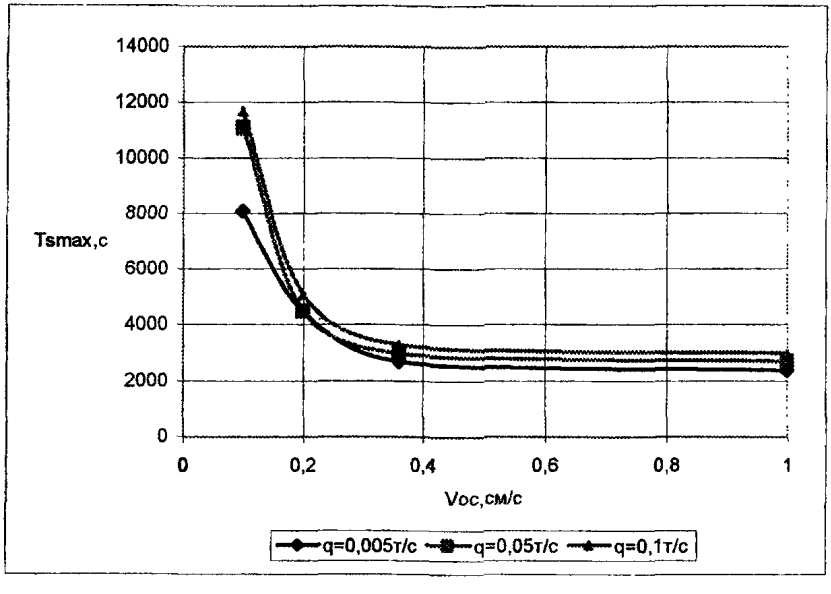
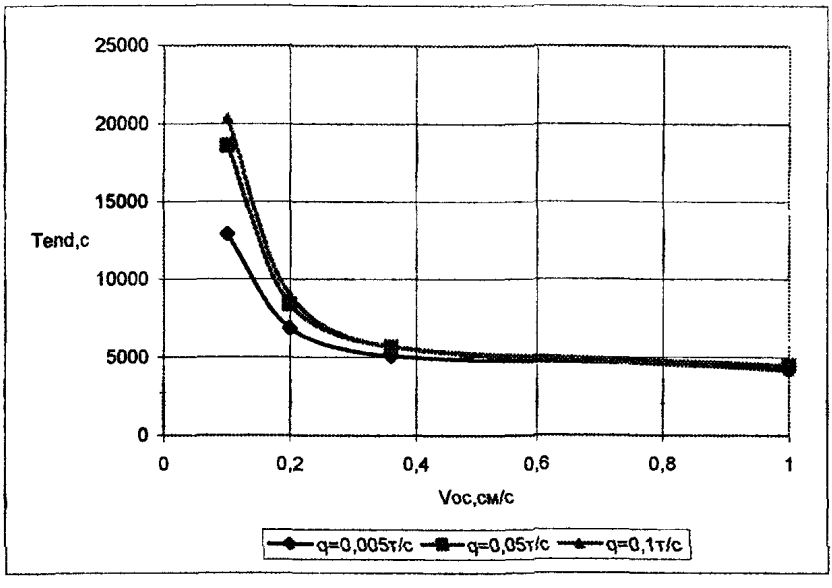



Рисунок 6 - Время Tsmax образования на поверхности зон мутности наибольших размеров для ПДК=0,75мг/л (а) и ПДК=0,25мг/л(б) при сливе из трюма землесоса во время его работы

а




б

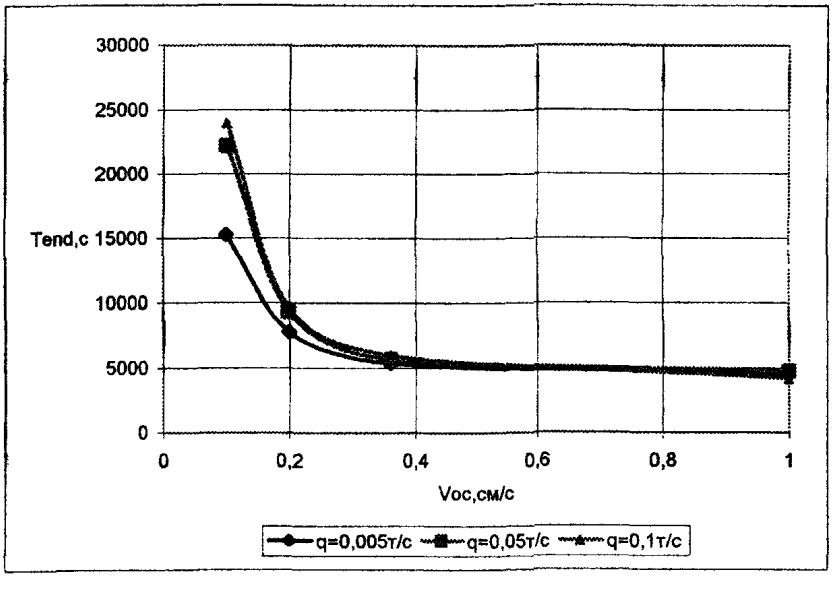
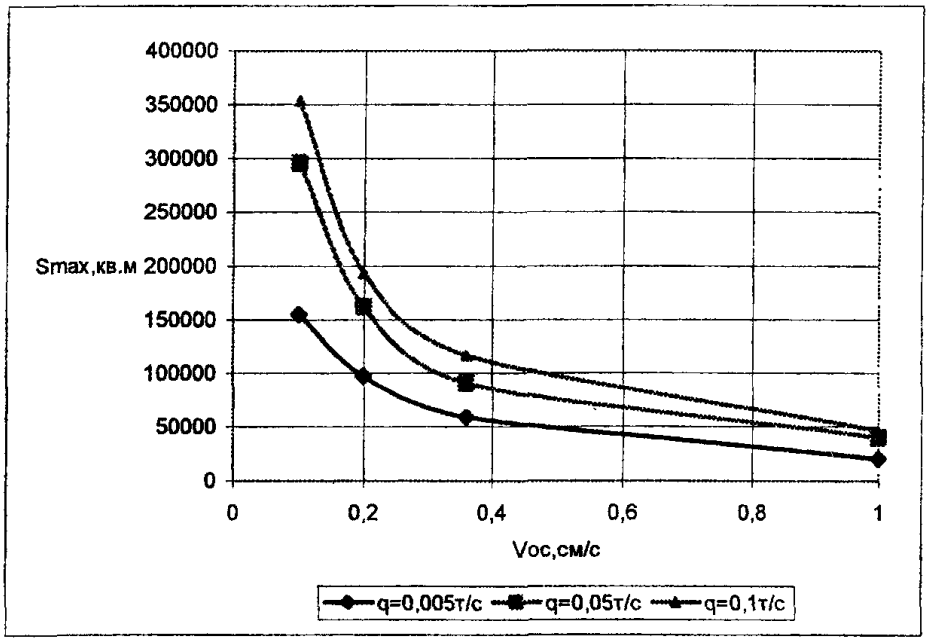



Рисунок 7 - Время Tend существования на поверхности зон мутности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л(б) при сливе из трюма землесоса во время его работы

а




б

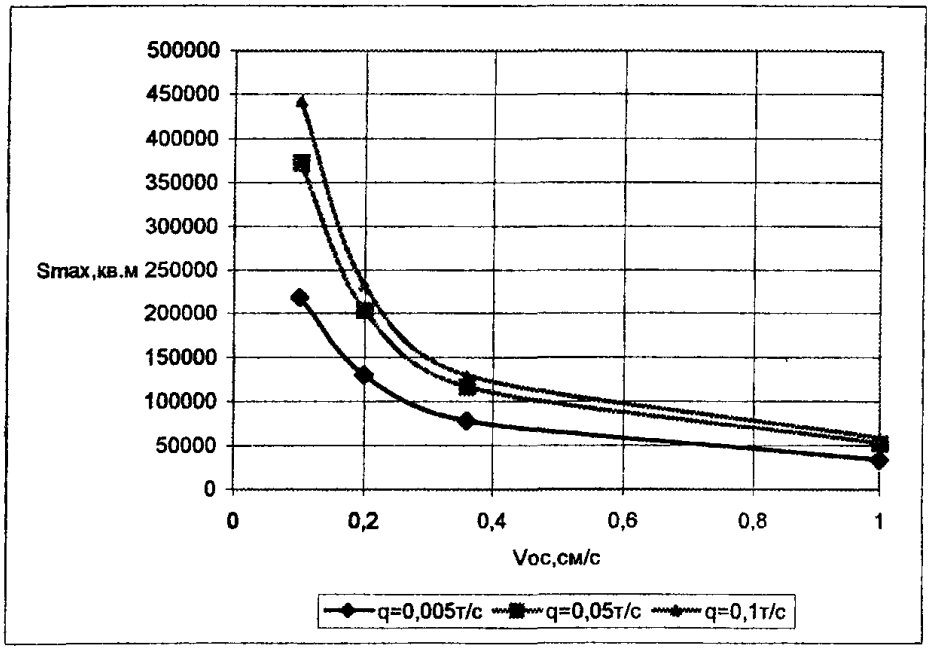
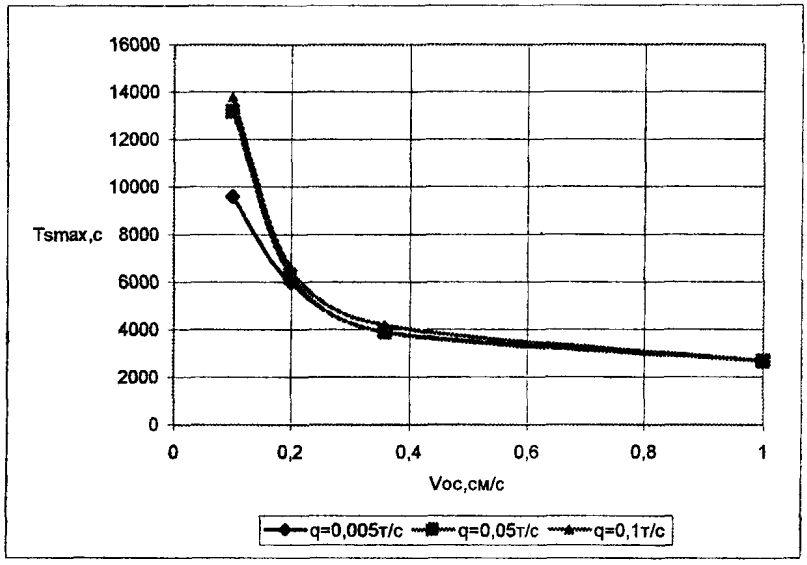



Рисунок 8 - Наибольшие площади Smax зон мутности на глубине d/2 для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при сливе из трюма землесоса во время его работы

а




б

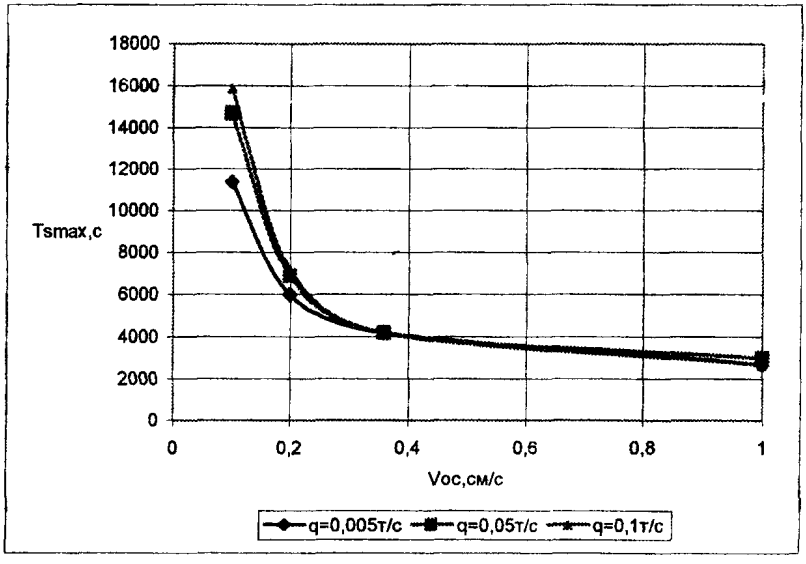



Рисунок 9 - Время Tsmax образования на глубине d/2 зон мутности наибольших размеров для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при сливе из трюма землесоса во время его работы

5.2.2.6 Время существования $T_{end}$ пятна зоны мутности на среднем горизонте следует определять по графикам на рисунке 10а,б. По рисунку 10а определяются значения $T_{end1}$ для ПДК$_1$=0,75 мг/л, по рисунку 10б - $T_{end2}$ для ПДК$_2$= 0,25 мг/л.

5.2.2.7 Определение расхода q грунта, перешедшего во взвешенное состояние при сливе из трюма землесоса во время его работы, следует производить с использованием выражения (5.1); величину коэффициента k следует определять по данным натурных наблюдений, в случае их отсутствия допускается принимать, что при сливе из грюма землесоса на поверхности $k \approx 0{,}01...0{,}1$.

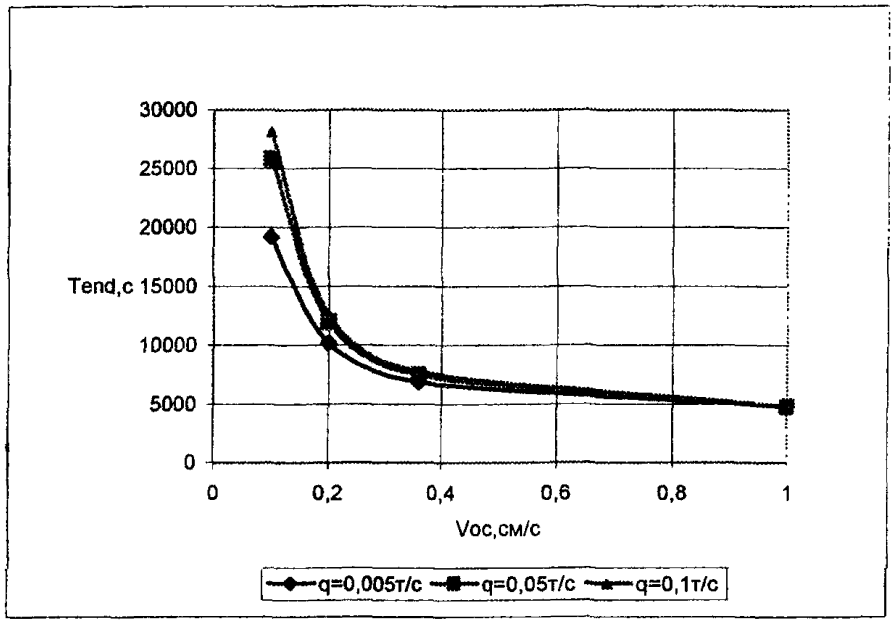
### 5.3 *Определение основных характеристик придонных зон мутности* при дноуглублении с использованием черпаковых земснарядов

5.3.1 Наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max}$, м$^2$, образующихся на дне при работе черпаковых земснарядов, следует определять с использованием графиков рисунка 11а,б. На рисунке 11а представлены наибольшие значения площадей $S_{max1}$ пятен зон мутности на дне, ограниченные изолинией концентрации взвеси, превышающей фоновую на 0,75 мг/л (ПДК$_1$), на рисунке 11б - $S_{max2}$, площадей, ограниченных изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л (ПДК$_2$).

5.3.2 Моменты $T_{smb}$, с, достижения пятном зоны мутности на дне наибольших размеров $S_{max}$ и начала $T_{sme}$ его уменьшения следует определять с использованием графиков на рисунке 12а,б. На рисунке 12а представлены значения $T_{smb}$ и $T_{sme}$ для ПДК$_1$=0,75 мг/л, на рисунке 12б - для ПДК$_2$=0,25 мг/л.

5.3.3 Моменты $T_{end}$, с, исчезновения донного пятна зоны мутности, характеризующие время существования этого пятна, следует определять с использованием графиков на рисунке 13а,б. По рисунку 13а определяются значения $T_{end1}$ для ПДК$_1$=0,75 мг/л, по рисунку 13б - $T_{end2}$ для ПДК$_2$=0,25 мг/л.

а




б

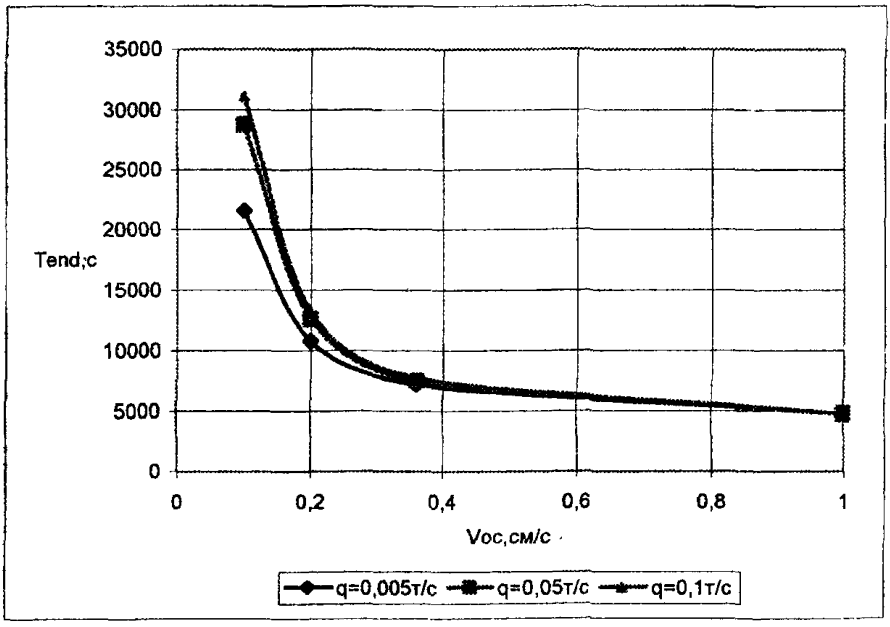
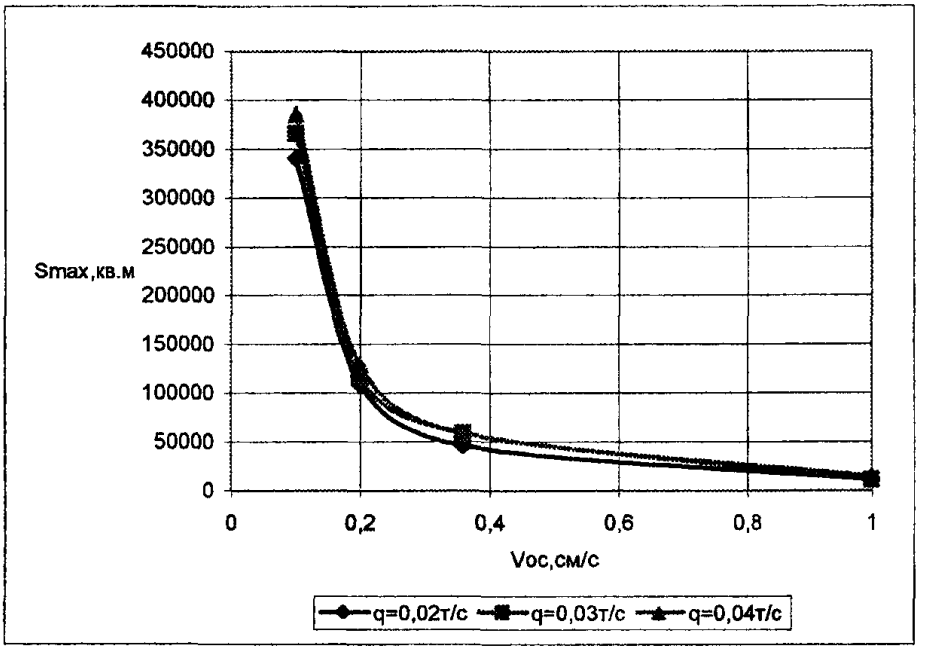



Рисунок 10 - Время Tend существования на глубине d/2 зон мутности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при сливе из трюма землесоса во время его работы

а




б

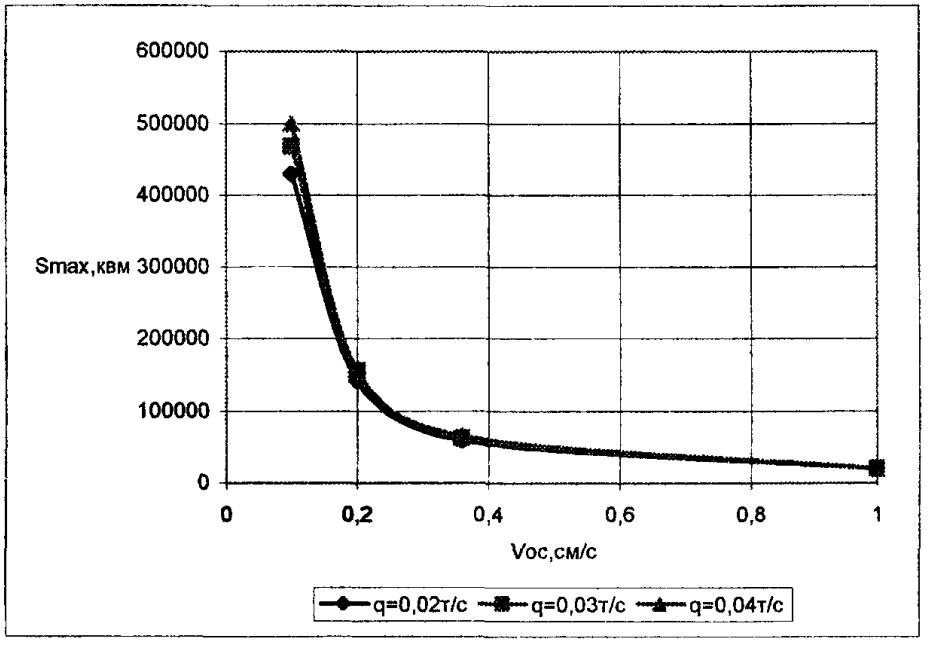
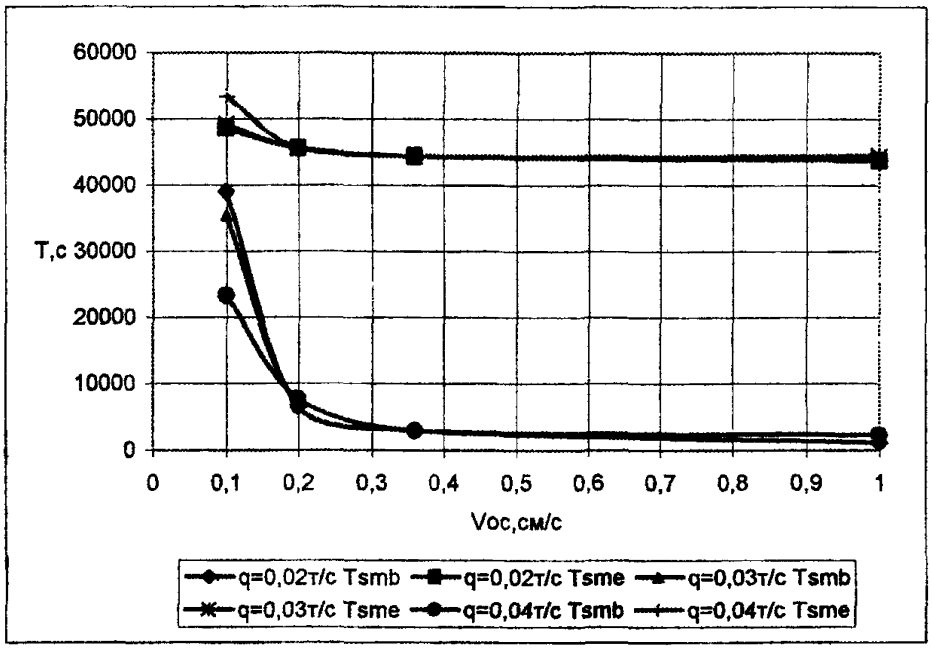



Рисунок 11 - Наибольшие площади Smax зон мутности на дне для ПДК=0,75мг/л(а) и для ПДК=0,25 мг/л (б) при дноуглублении черпаковыми земснарядами

а




б

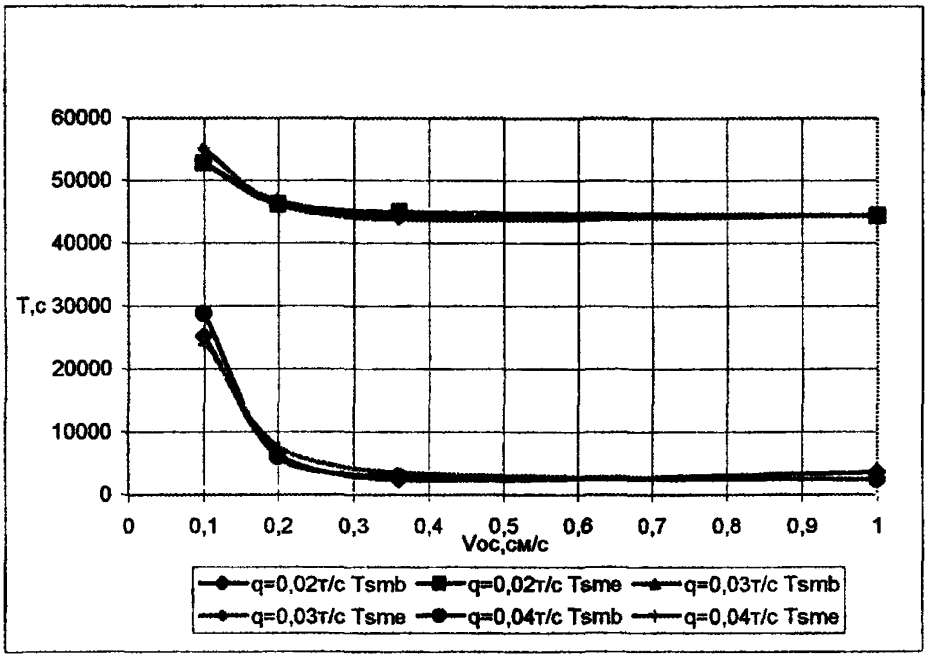
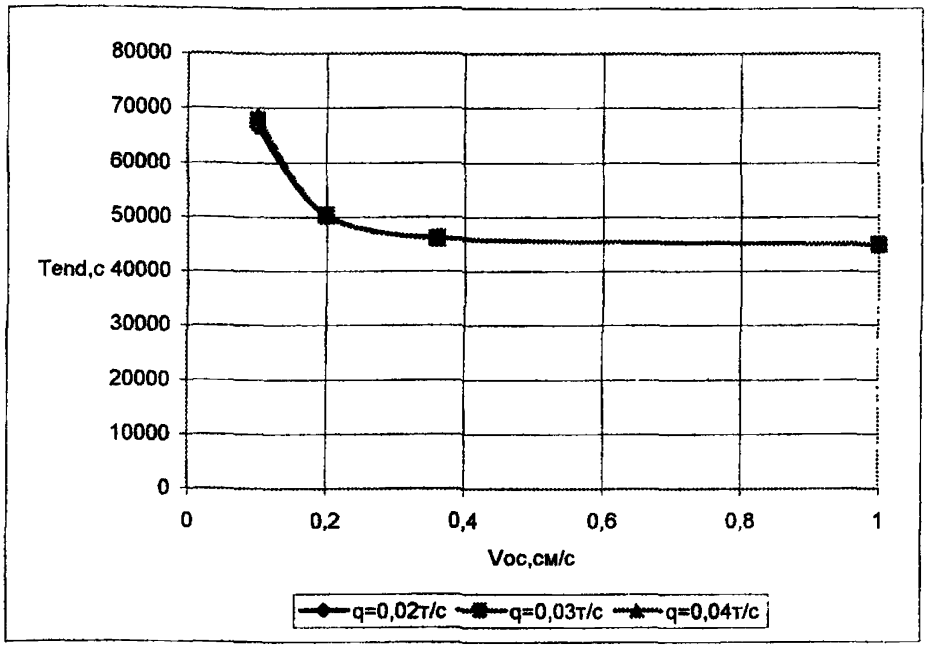



Рисунок 12 - Время Tsmb достижения зонами мутности наибольших размеров на дне и момент Tsme начала их уменьшения для ПДК=0,75мг/л(а) и для ПДК=0,25мг/л(б) при дноуглублении черпаковыми земснарядами

а




б

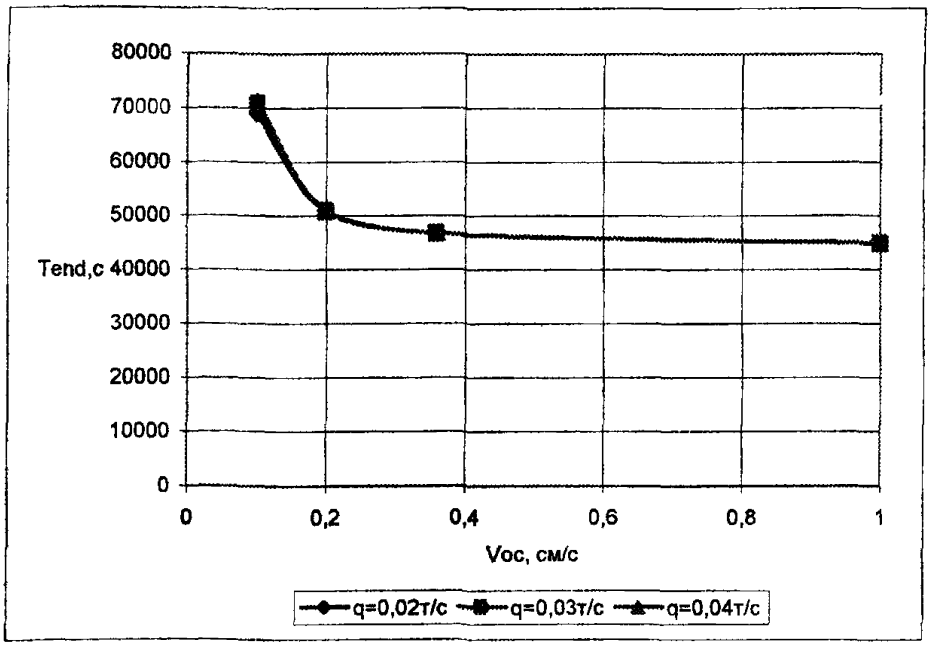
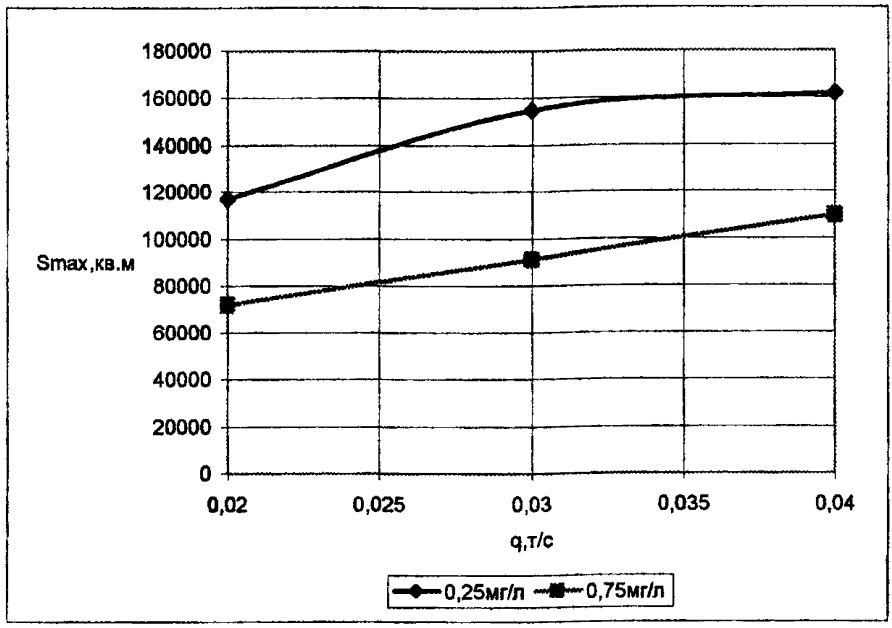



**Рисунок 13-** Время существования Tend зон мутности на дне для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дноуглублении черпаковыми земснарядами

5.3.4 При дноуглублении в пылеватых грунтах с эффективной скоростью седиментации $V_{oc} \leq 0,2$ см/с следует определять характеристики зон мутности не только на дне, но и на среднем горизонте при $d/2$ по рисунку 14а,б. По рисунку 14а определяются наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max1}$ и $S_{max2}$ соответственно для $ПДК_1$=0,75 мг/л и $ПДК_2$=0,25 мг/л. По рисунку 14б - моменты $T_{Smax1}$ и $T_{Smax2}$ достижения пятном зоны мутности наибольших размеров $S_{max1}$ и $S_{max2}$, а также моменты $T_{end1}$ и $T_{end2}$ его исчезновения.

5.3.5 Определение расхода q грунта, перешедшего во взвешенное состояние при работе черпакового земснаряда, следует производить с использованием выражения (5.1). Величину коэффициента k следует определять по данным натурных наблюдений, в случае их отсутствия допускается принимать $k \approx 0,07...0,15$.

а




б

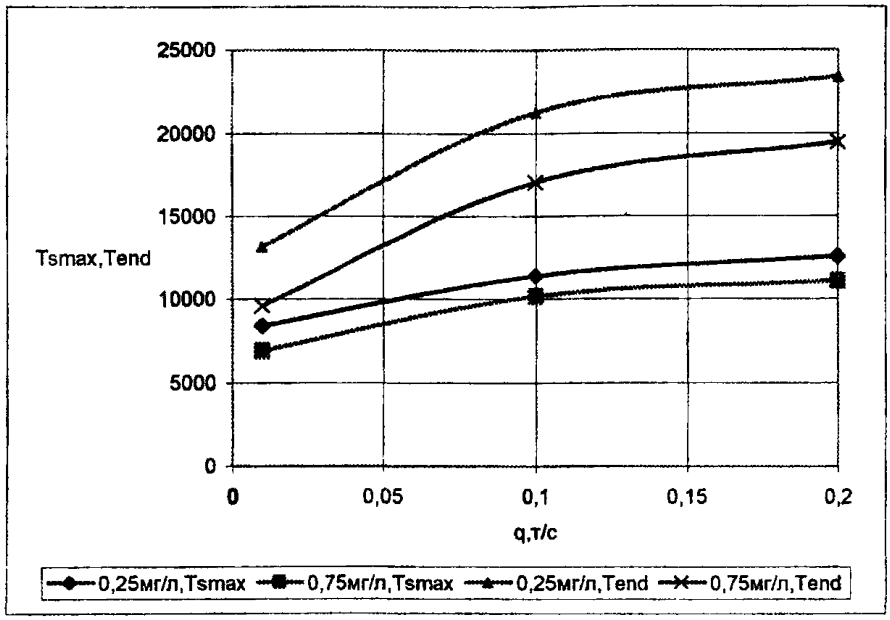



Рисунок 14 - Наибольшие площади зон мутности Smax на глубине d/2 для ПДК=0,75мг/л и ПДК=0,25мг/л (а); моменты Tsmax образования зон мутности наибольших размеров и их существования Tend(б) при дноуглублении черпаковыми земснарядами, Voc=0,01см/с

## 6 Указания по расчету распространения зон мутности при дампинге

### 6.1 Общие положения

6.1.1 Под дампингом понимается поверхностный сброс в районе подводной свалки грунта, вынутого при дноуглублении и транспортируемого шаландами или самоотвозными землесосами.

6.1.2 Настоящие Указания регламентируют определение размеров и распространение зон мутности, возникающих при дампинге из шаланд или самоотвозных землесосов.

6.1.3 При осуществлении дампинга как из шаланд, так и из трюмов землесосов наиболее обширные зоны распространения взвеси образуются на поверхности, с постепенным опусканием в глубину. В настоящих Указаниях приведены характеристики пятен зон мутности на поверхности и на среднем горизонте d/2.

6.1.4 Основными исходными данными для определения главных характеристик пятен зон мутности при дампинге являются скорость седиментации $V_{oc}$ и масса грунта G, перешедшего во взвешенное состояние и являющаяся источником образования зоны повышенной мутности. $V_{oc}$ определяется согласно 4.7, масса грунта G рассчитывается по выражению

$$G = p \cdot k \sqrt{\frac{\gamma - \gamma_B}{\gamma_T - \gamma_B}} \cdot \gamma_T, \qquad (6.1)$$

где G - масса грунта, перешедшего во взвешенное состояние, т;

p - содержание в грунте частиц размером менее 0,1 мм, образующих зону повышенной мутности, в долях единицы. Определяется по данным о гранулометрическом составе грунтов дноуглубления;

k - коэффициент перехода грунта во взвешенное состояние при дампинге, в долях единицы;

V - норма загрузки грунтоотвозного судна грунтом в пересчете на объем в состоянии естественного сложения, $м^3$. Определяется по данным производственной организации или согласно /11/;

$\gamma$ - объемный вес грунта в состоянии естественного сложения, $т/м^3$;

$\gamma_в$ - объемный вес воды, равный 1 $т/м^3$;

$\gamma_т$ - удельный вес частиц грунта, $т/м^3$.

6.1.5 Коэффициент перехода грунта во взвешенное состояние k рассчитывается по зависимости

$$k = 6{,}214\frac{\sqrt{d-h}}{c}(1/L + 1/b), \qquad (6.2)$$

где d - глубина воды на подводном отвале, м,

h - осадка грунтоотвозного судна в грузу, м;

c - удельное сцепление грунта, Па;

L - длина створки днищевого люка грунтоотвозного судна или длина трюма у грунтоотвозного судна с раскрывающимся корпусом типа "гидроклапп", м;

b - средняя за время разгрузки ширина раскрытия днищевых люков (или трюма для судов типа "гидроклапп"), м. Для судов с раскрывающимся корпусом ее значение принимается равным половине ширины щели при максимальном раскрытии трюма.

6.1.6 Для люковых грунтоотвозных судов средняя за время разгрузки ширина раскрытия днищевых люков рассчитывается по выражению

$$b = 2B_0\left[\frac{T_0}{T_{раз}}\left(1-\frac{1}{\alpha}\sin\alpha\right)+\frac{T_{раз}-T_0}{T_{раз}}(1-\cos\alpha)\right], \qquad (6.3)$$

где $B_0$ - ширина створки днищевого люка, м;

$T_0$ - время полного открытия створок днищевых люков, с;

$T_{раз}$ - время опорожнения трюма, с;

$\alpha$ - угол поворота створки днищевого люка до его полного открытия, радиан.

## 6.2 Определение основных характеристик зон мутности при дампинге. Плоская модель

6.2.1 Распределение концентрации техногенной взвеси в дрейфующем пятне в различные моменты времени описывается выражением

$$C = \frac{G}{4\pi d K_{x,y} T}\exp\left(-\frac{R^2}{4K_{x,y}T}-\frac{V_{oc}}{d}T\right), \qquad (6.4)$$

где C - превышение концентрации взвеси над природным фоновым значением, мг/л;

G - масса грунта (частиц размером менее 0,1 мм), перешедшего во взвесь при дампинге, грамм. Определяется согласно 6.1.4;

d - глубина воды в районе дампинга, м;

- коэффициент горизонтальной турбулентной диффузии, $м^2/с$. Определяется согласно 4.5,

T - период времени, прошедшего с момента сброса, с;

R - расстояние от центра дрейфующего пятна взвеси, м;

$V_{oc}$ - эффективная скорость седиментации взвеси, м/с. Определяется согласно 4.7 в зависимости от значения температуры воды на акватории дампинга в период производства работ.

6.2.2 Время существования пятна, ограниченного заданным значением предельно допустимого превышения концентрации взвеси, определяется как решение трансцендентного уравнения

$$A - \ln T_{end} - BT_{end} = 0, \qquad (6.5)$$

где $T_{end}$ - время существования пятна (время существования на акватории превышения концентрации взвеси над фоновым значением, больше предельно допустимого), с;

A - коэффициент, определяется по формуле

$$A = \ln\left(\frac{G}{4\pi d K_{x,y} C_0}\right); \qquad (6.6)$$

B - коэффициент, определяется по формуле

$$B = \frac{V_{oc}}{d}; \qquad (6.7)$$

$C_0$ - заданное допустимое превышение концентрации взвеси над фоновым значением, мг/л, принимается $ПДК_1$=0,75 мг/л или $ПДК_2$=0,25 мг/л.

Уравнение (6.5) решается итерационным методом Ньютона. В качестве первого приближения принимается значение

$T^0_{end}$=1000 с

Последующие приближения рассчитываются по формуле

$$T^{i+1}_{end} = \frac{A + 1 - \ln T^i_{end}}{1/T^i_{end} + B}, \qquad i = 0,1,2... \tag{6.8}$$

Расчет ведется до тех пор, пока два последовательных приближения будут расходиться не более, чем на 10 с.

6.2.3 Время максимального развития пятна, ограниченного заданным значением предельно допустимого превышения концентрации взвеси, определяется как решение трансцендентного уравнения

$$A - 1 - \ln T_{Smax} - 2BT_{Smax} = 0, \tag{6.9}$$

где $T_{Smax}$ - время максимального развития пятна взвеси, с.

Уравнение (6.9) также решается итерационным методом Ньютона. В качестве первого приближения в этом случае рекомендуется принимать значение

$T^0_{Smax}$=100 с

Последующие приближения рассчитываются по формуле

$$T_{Smax}^{l+1} = \frac{A - \ln T_{Smax}^{l}}{1/T_{Smax}^{l} + 2B}, \qquad l = 0,1,2 \ldots \tag{6.10}$$

Расчет ведется до тех пор, пока два последовательных приближения будут расходиться не более, чем на 10 с.

6.2.4 Максимальная площадь зоны мутности, ограниченной заданным предельно допустимым превышением концентрации взвеси над фоновым значением, рассчитывается по формуле

$$S_{max} = 4\pi K_{x,y} T_{Smax}(A - \ln T_{Smax} - BT_{Smax}), \tag{6.11}$$

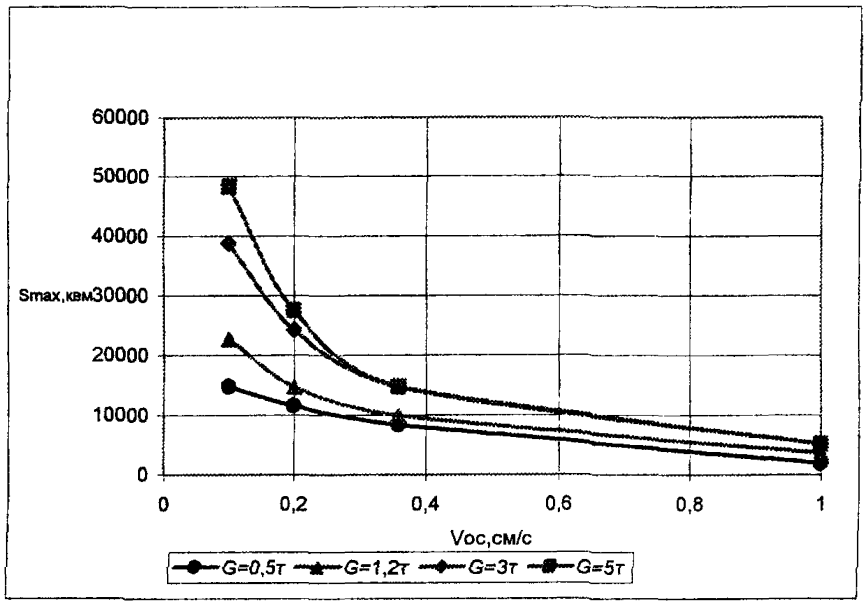
Характерное распределение осредненной по глубине концентрации техногенной взвеси в дрейфующем пятне в момент его максимального развития рассчитывается по выражению (6.4) при задании момента времени T равным времени максимального развития пятна $T_{Smax}$.

### 6.3 Определение основных характеристик зон мутности при дампинге. Пространственная модель

6.3.1 Основные характеристики зон мутности при дампинге из шаланд

6.3.1.1 Наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max}$, м$^2$, образующихся на поверхности акватории при дампинге из шаланд, следует определять с использованием графиков рисунка 15а,б. При этом на рисунке 15а представлены наибольшие значения площадей $S_{max1}$ пятен зон мутности на поверхности, ограниченные изолинией с концентрацией взвеси, превышающей фоновую на 0,75 мг/л (ПДК$_1$), на рисунке 15б - наибольшие значения $S_{max2}$ пятен зон мутности на поверхности, ограниченные изолинией с концентрацией взвеси, превышающей фоновую на 0.25 мг/л (ПДК$_2$).

а




б

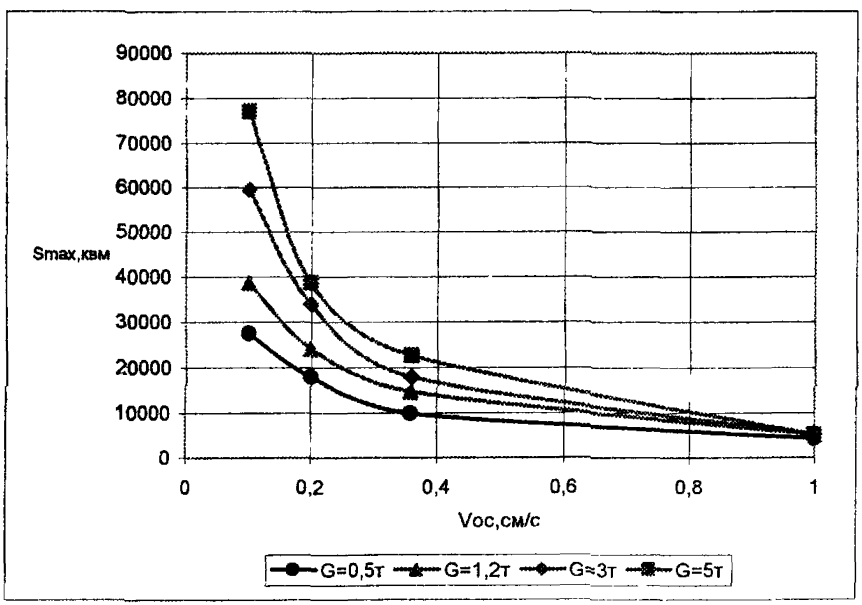



Рисунок 15 - Наибольшие площади Smax зон мутности на поверхности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из шаланд

6.3.1.2 Время $T_{Smax}$, с, достижения пятном зоны мутности на поверхности акватории наибольших размеров $S_{max}$ следует определять с использованием графиков рисунка 16а,б. На рисунке 16а представлены значения $T_{Smax1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, на рисунке 16б - $T_{Smax2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

6.3.1.3 Моменты $T_{end}$, с, исчезновения поверхностного пятна зоны мутности, характеризующие время существования этого пятна на поверхности, следует определять с использованием графиков рисунка 17а,б. По рисунку 17а определяются значения $T_{end1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, на рисунке 17б - значения $T_{end2}$ для $ПДК_2$= 0,25 мг/л.

6.3.1.4 Наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max}$, $м^2$, образующихся на глубине d/2, следует определять с использованием графиков на рисунке 18а,б. По рисунку 18а определяются значения $S_{max1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 18б - значения $S_{max2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

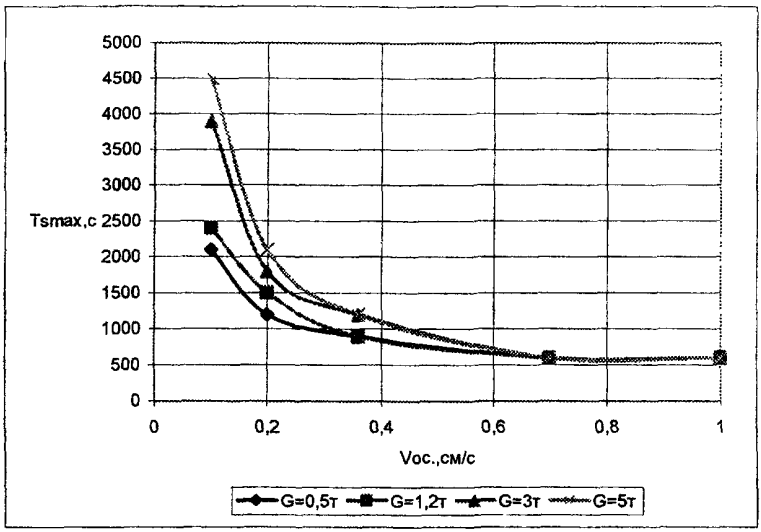
6.3.1.5 Время $T_{Smax}$, с, образования на глубине d/2 зон мутности с наибольшей площадью пятна $S_{max}$ следует определять по графикам на рисунке 19а,б. По рисунку 19а определяются значения $T_{smax1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 19б - значения $T_{Smax2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

6.3.1.6 Время $T_{end}$, с, существования зон мутности на глубине d/2 следует определять с использованием графиков на рисунке 20а,б. По рисунку 20а определяются значения $T_{end1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 20б - значения $T_{end2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л

6.3.2 Основные характеристики зон мутности при дампинге из трюмов землесосов

6.3.2.1 Наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max}$, $м^2$, образующихся на поверхности акватории при дампинге из трюмов землесосов, следует определять с использованием графиков рисунка 21а,б. При этом на рисунке 21а представлены наибольшие значения площадей $S_{max1}$ пятен зон мутности на поверхности, ограниченных изолинией с концентрацией взвеси, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

а




б

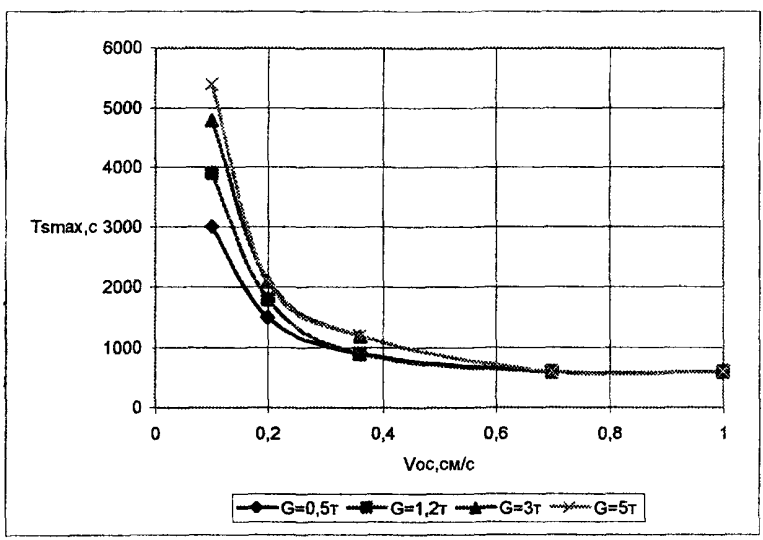
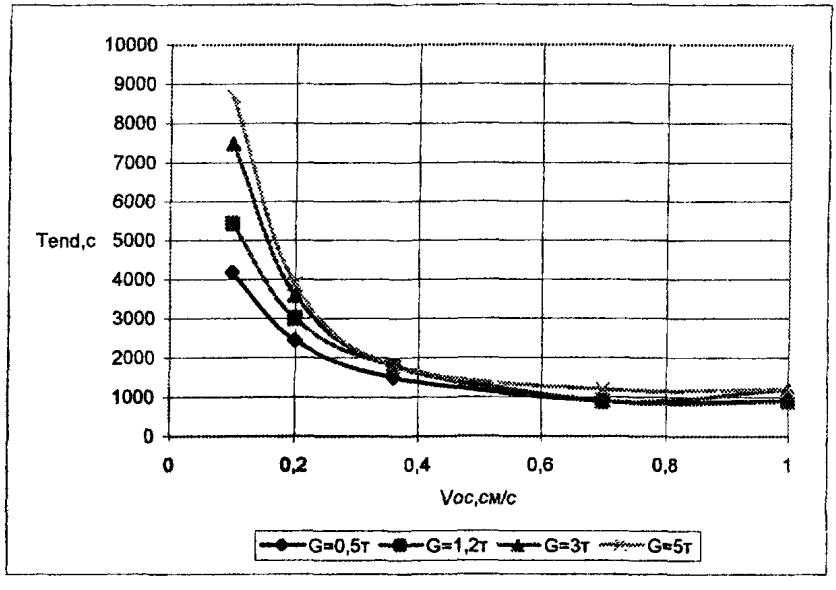



Рисунок 16 - Время Tsmax образования на поверхности зон мутности наибольших размеров для ПДК=0,75мг/л (а) и ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из шаланд

а




б

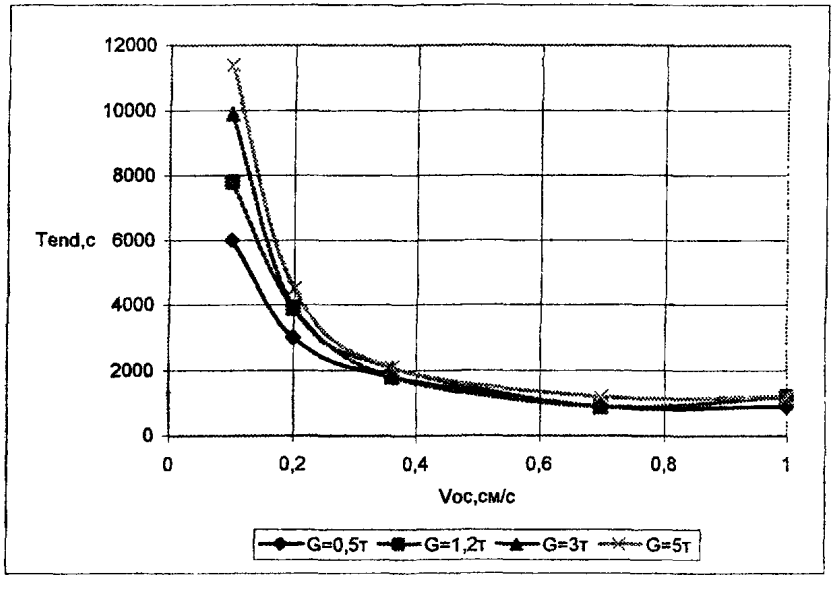
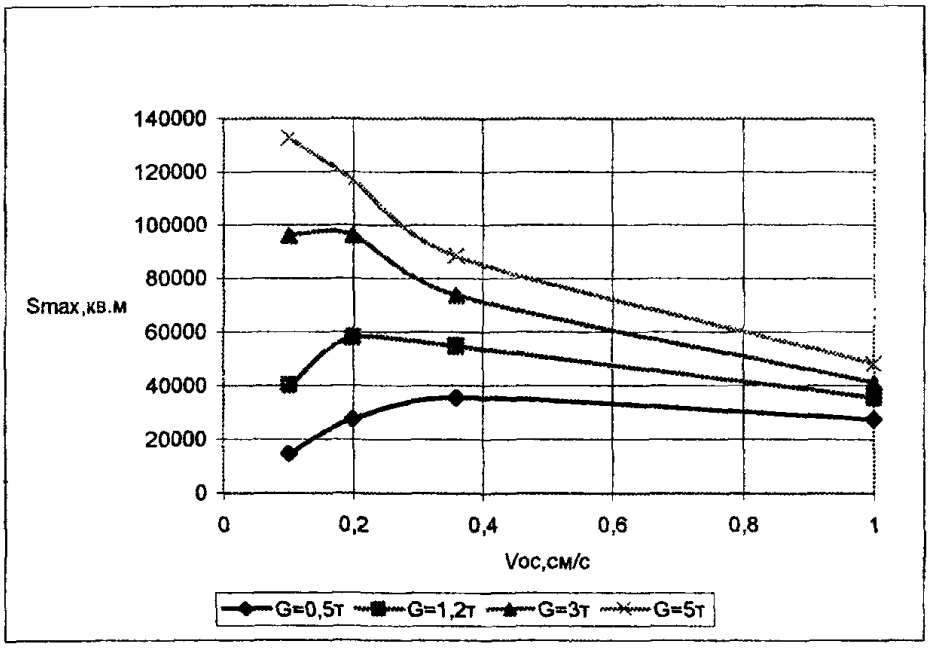



Рисунок 17 - Время Tend существования зон мутности на поверхности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из шаланд

а




б

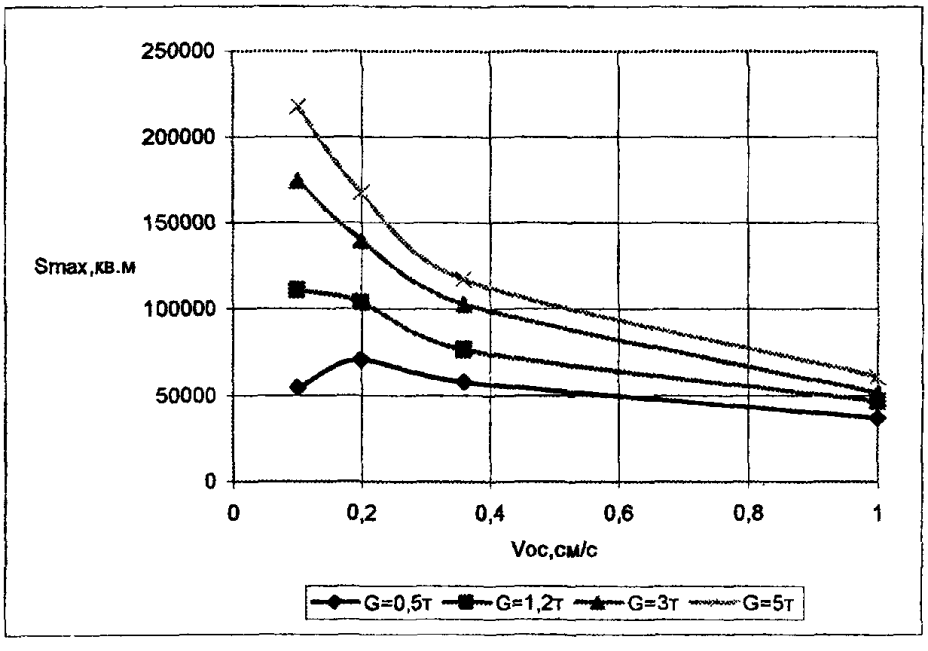
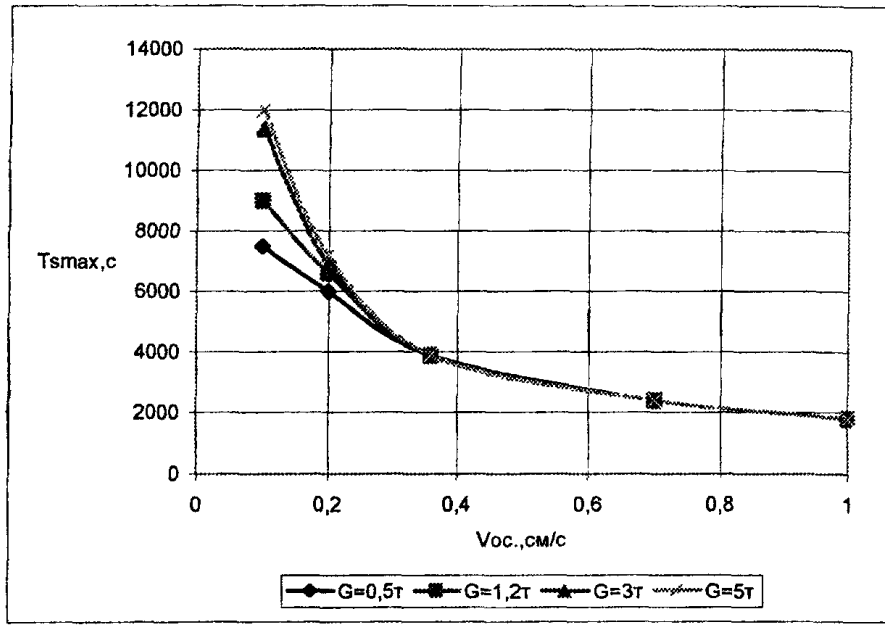



Рисунок 18 - Наибольшие площади Smax зон мутности на глубине d/2 для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из шаланд

а




б

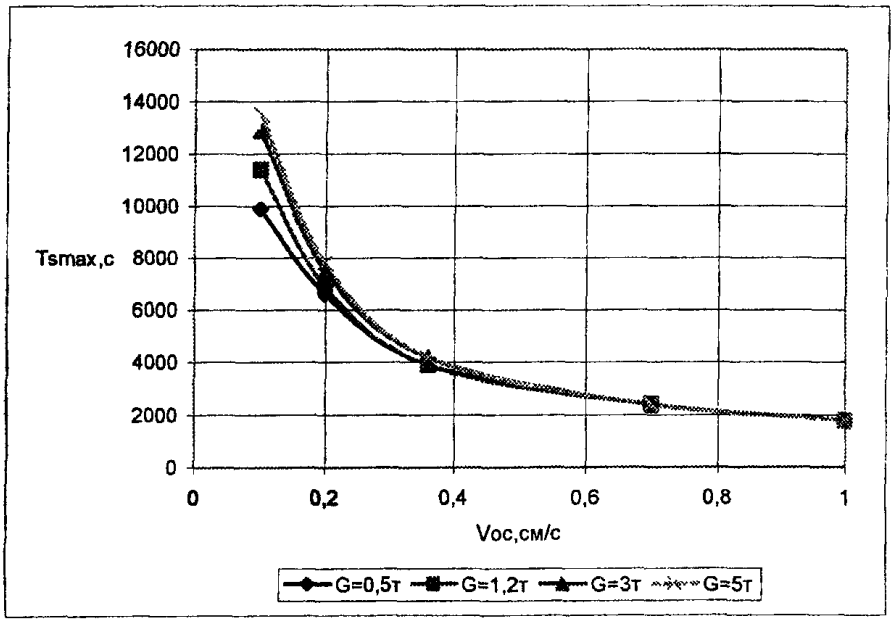
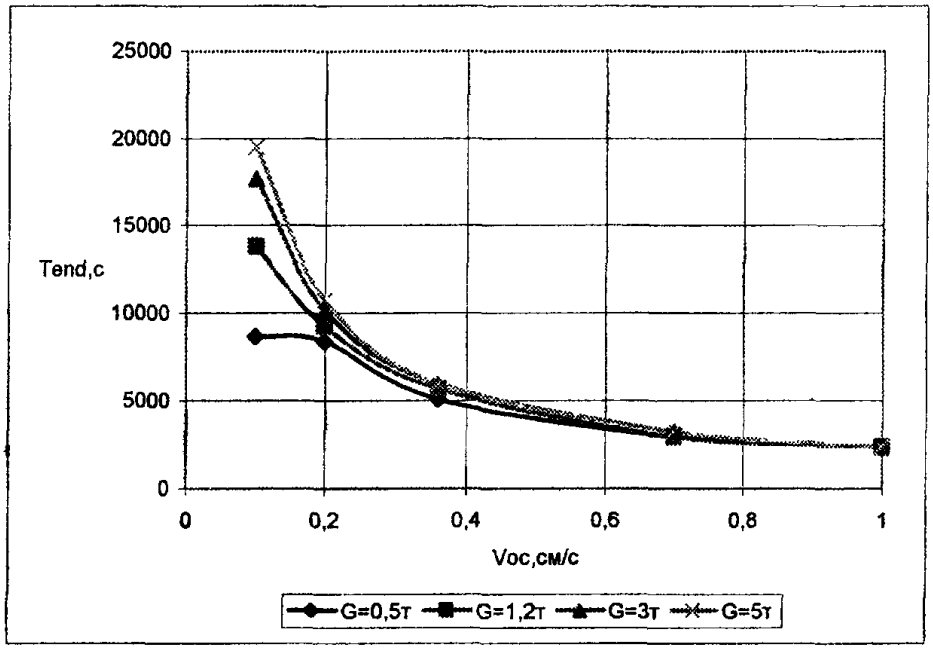



Рисунок 19 - Время Tsmax образования на глубине d/2 зон мутности наибольших размеров для ПДК=0,75мг/л (а) и ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из шаланд

а




б

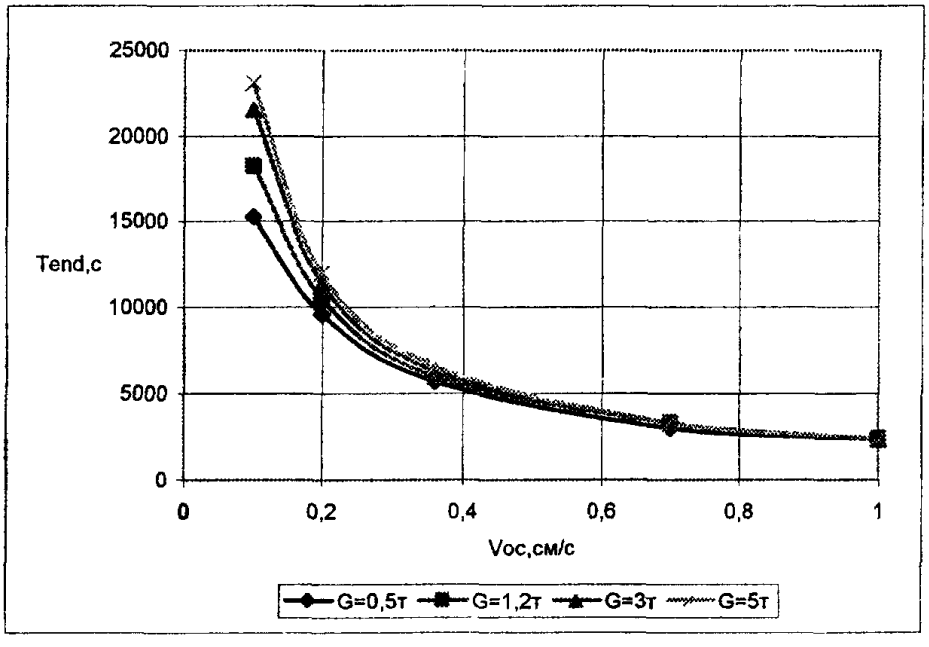
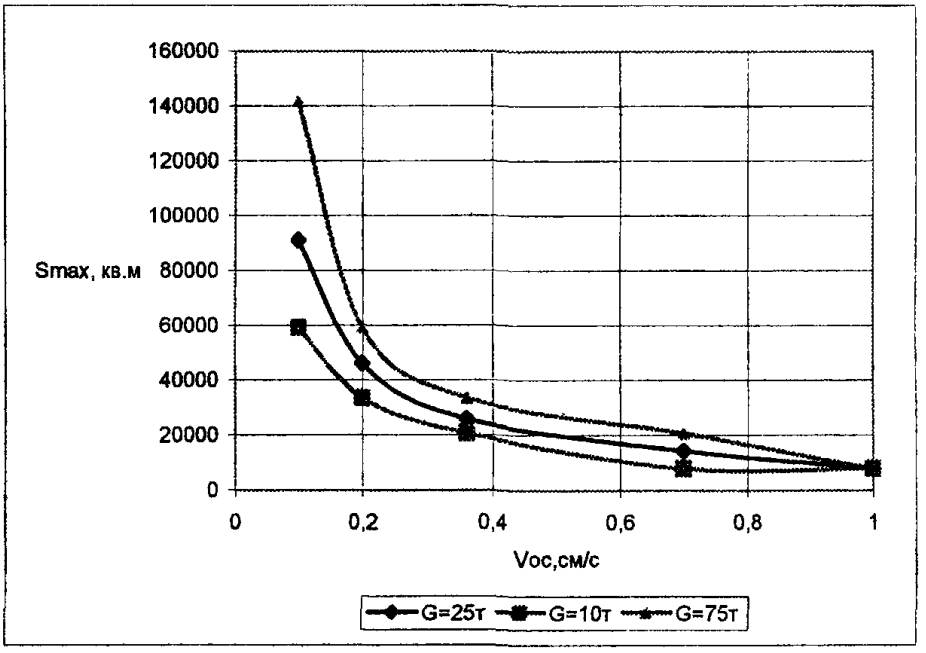



Рисунок 20 - Время Tend существования зон мутности на глубине d/2 для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из шаланд

а




б

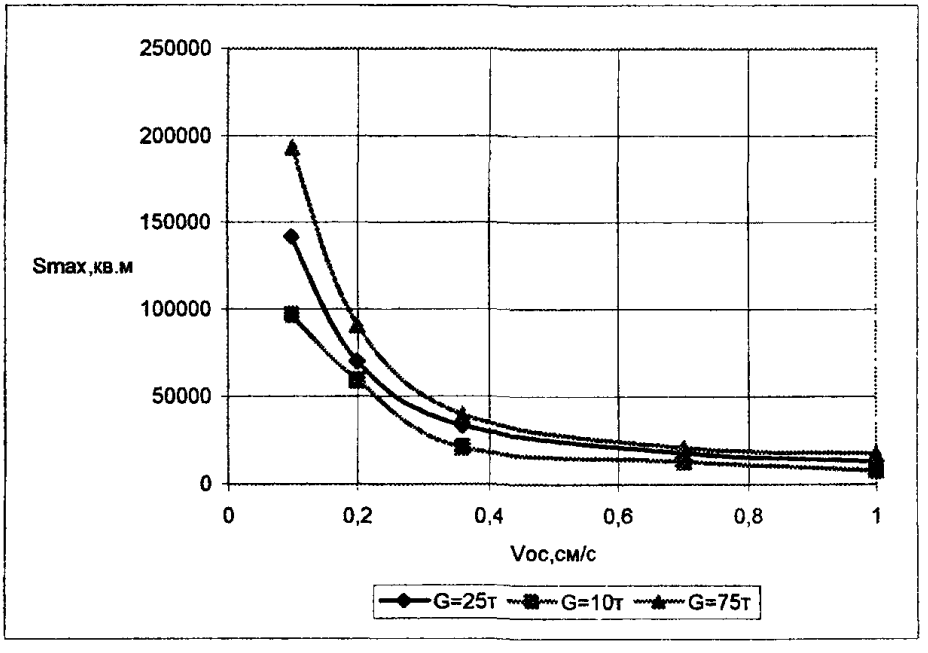
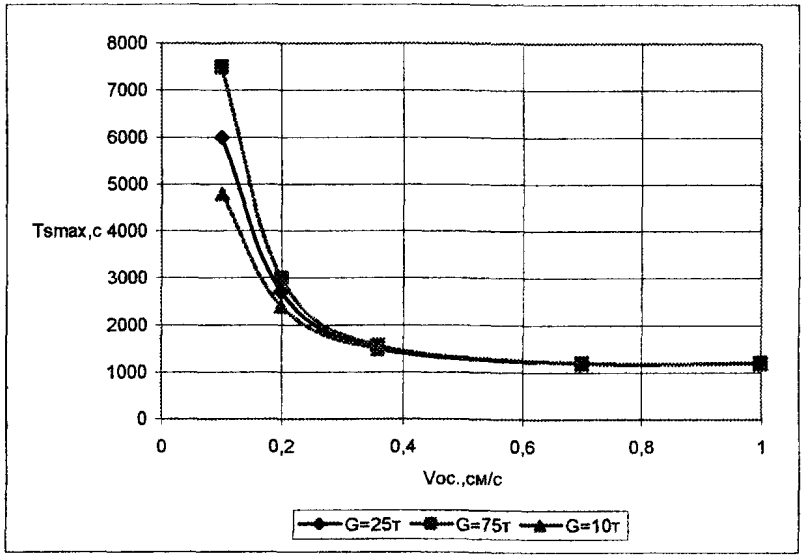



Рисунок 21 - Наибольшие площади Smax зон мутности на поверхности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из трюма землесоса

а




б

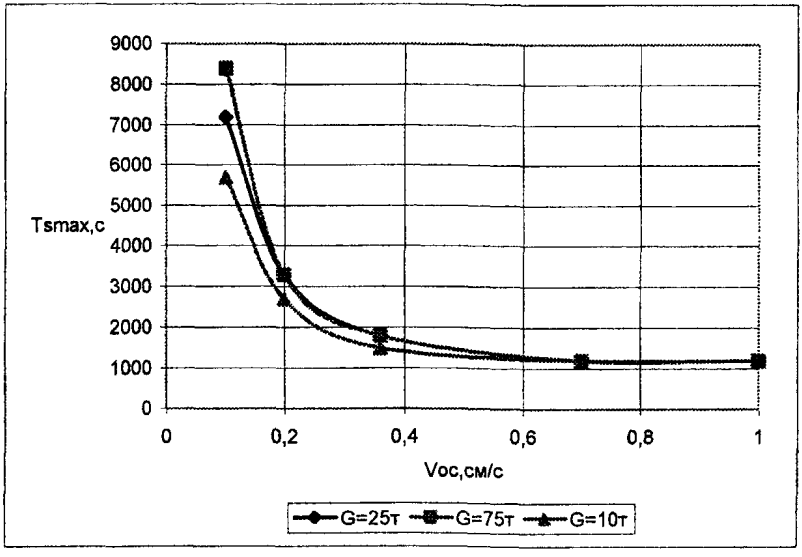
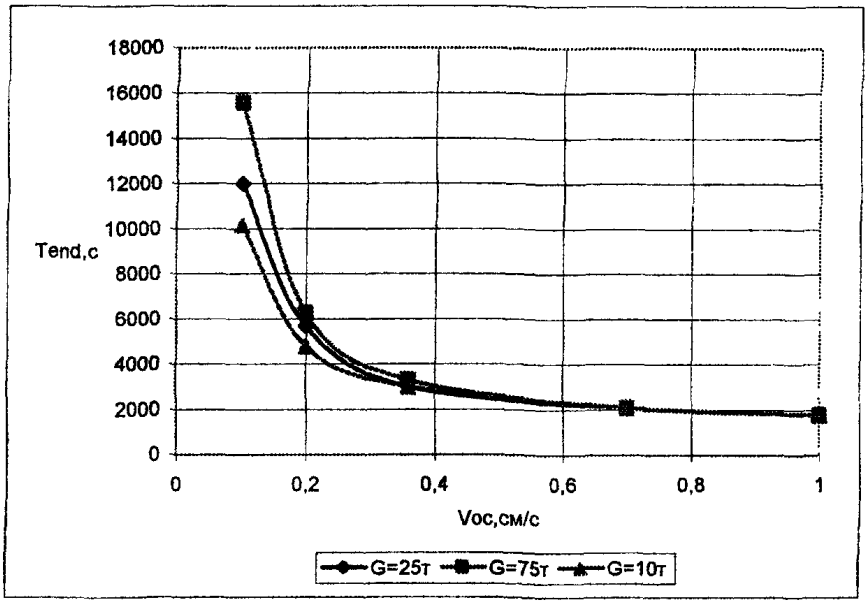



Рисунок 22 - Время Tsmax образования на поверхности зон мутности наибольших размеров для ПДК=0,75мг/л (а) и ПДК=0,25мг/л (б) дампинге из трюма землесоса

а




б

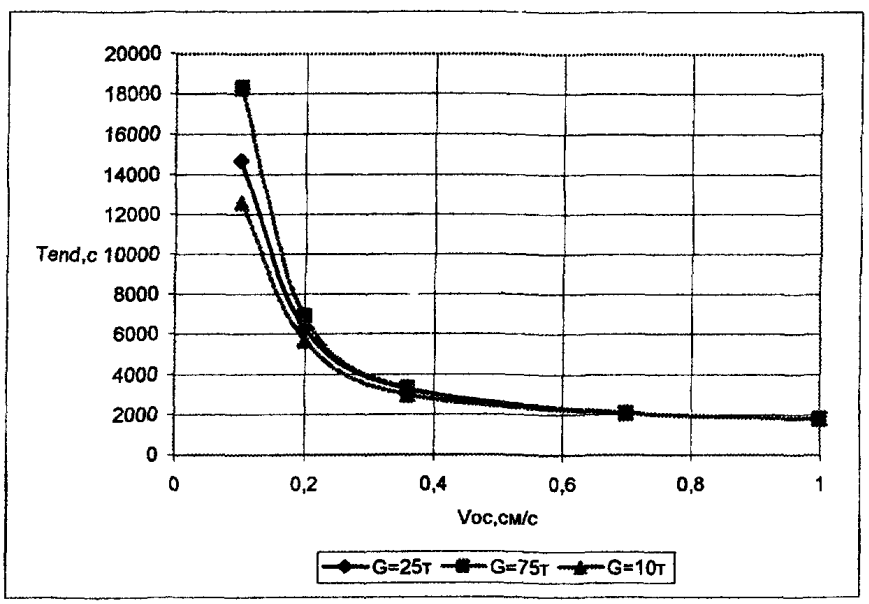
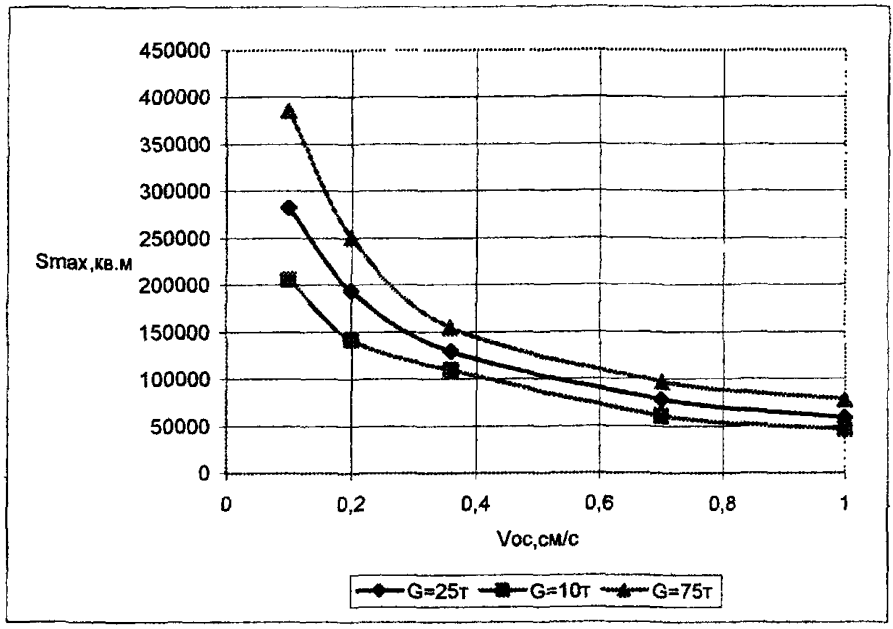



Рисунок 23 - Время Tend существования зон мутности на поверхности для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из трюма землесоса

а




б

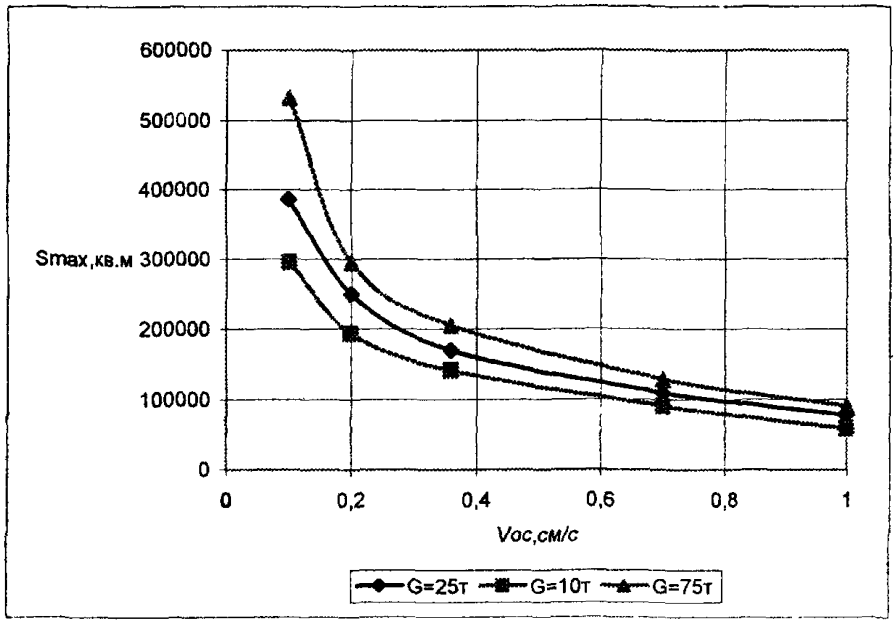
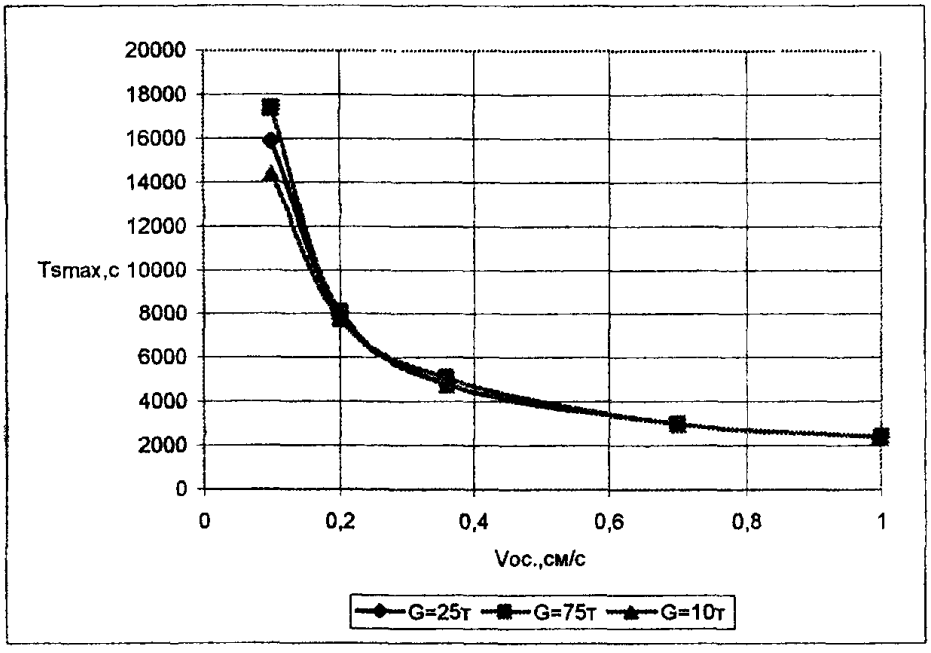



Рисунок 24 - Наибольшие площади Smax зон мутности на глубине d/2 для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из трюма землесоса

а




б

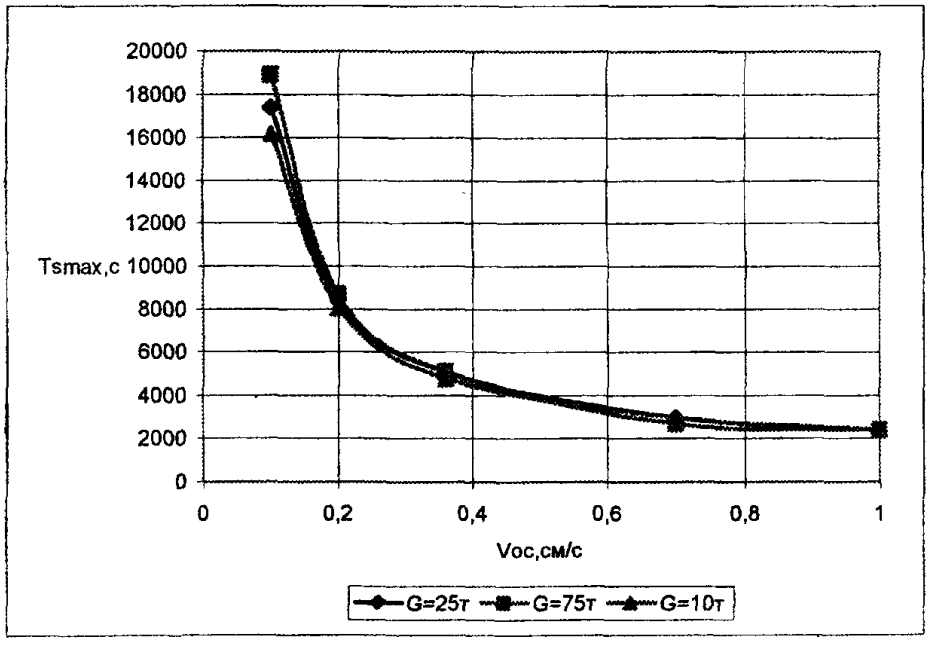
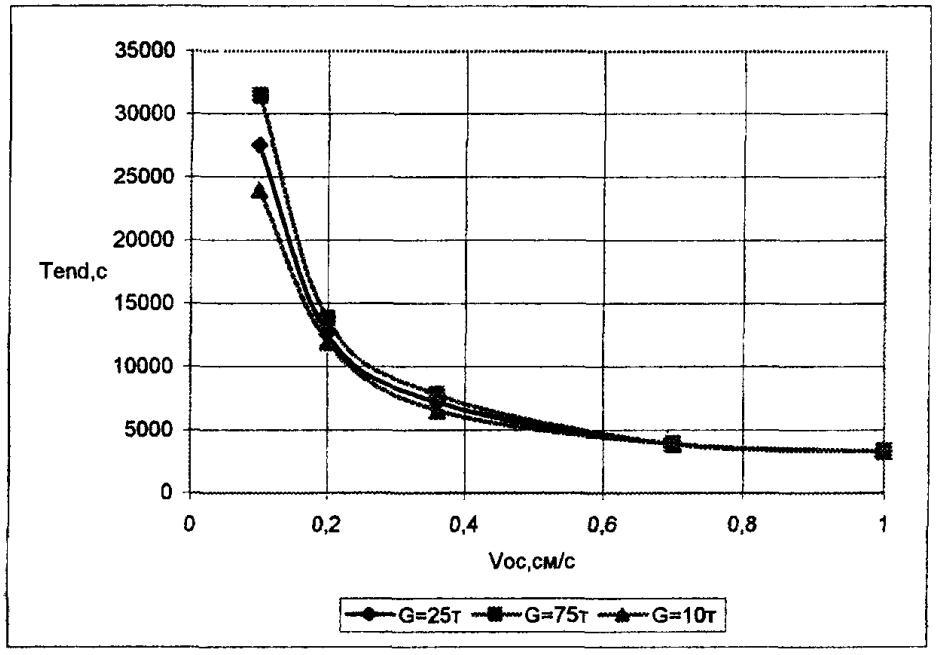



Рисунок 25 - Время Tsmax образования на глубине d/2 пятна взвеси наибольших размеров для ПДК=0,75мг/л (а) и ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из трюма землесоса

а




б

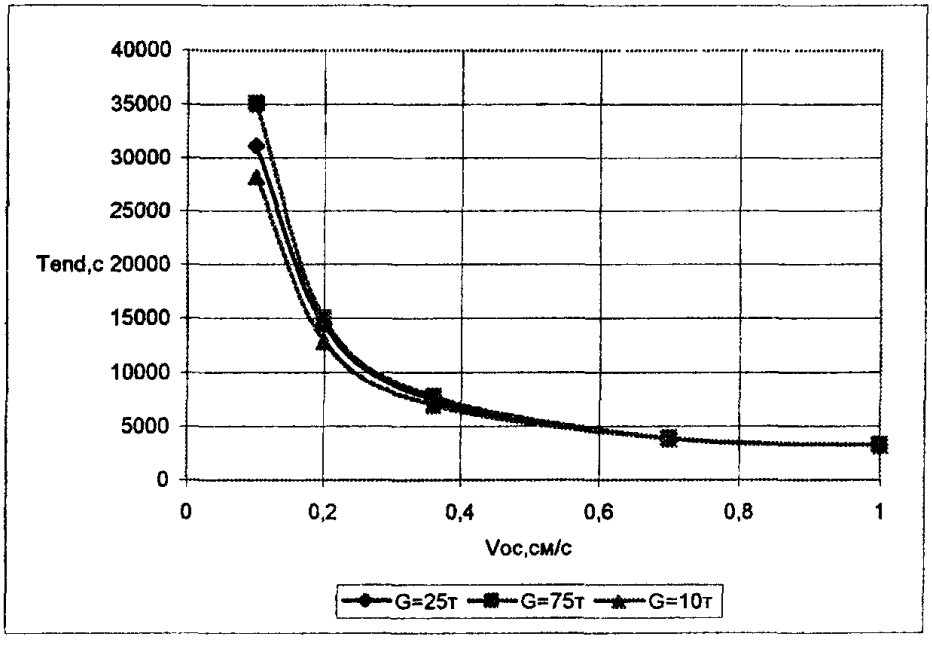



Рисунок 26 - Время Tend существования зон мутности на глубине d/2 для ПДК=0,75мг/л (а) и для ПДК=0,25мг/л (б) при дампинге из трюма землесоса

($ПДК_1$). На рисунке 21б - наибольшие значения площадей $S_{max2}$ пятен зон мутности на поверхности, ограниченных изолинией с концентрацией взвеси, превышающей фоновую на 0,25 мг/л ($ПДК_2$).

6.3.2.2 Время $T_{Smax}$, с, достижения на поверхности акватории пятном зоны мутности наибольших размеров $S_{max}$ следует определять с использованием графиков на рисунке 22а,б. На рисунке 22а представлены значения $T_{Smax1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, на рисунке 22б - значения $T_{Smax2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

6.3.2.3 Моменты $T_{end}$, с, исчезновения поверхностного пятна зоны мутности, характеризующие время существования этого пятна, следует определять с использованием графиков на рисунке 23а,б. По рисунку 23а определяются значения $T_{end1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 23б - значения $T_{end2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

6.3.2.4 Наибольшие площади пятен зон мутности $S_{max}$, $м^2$, образующихся на глубине d/2, следует определять с использованием графиков на рисунке 24а,б. По рисунку 24а определяются значения $S_{max1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 24б - значения $S_{max2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л.

6.3.2.5 Время $T_{Smax}$, с, достижения пятном зоны мутности на глубине d/2 наибольших размеров $S_{max}$ следует определять с использованием графиков на рисунке 25а,б. На рисунке 25а представлены значения $T_{Smax1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, на рисунке 25б - значения $T_{Smax2}$ для $ПДК_2$=0,25 мг/л

6.3.2.6 Моменты $T_{end}$, с, исчезновения с глубины d/2 пятна зоны мутности, характеризующие время существования этого пятна, следует определять с использованием графиков на рисунке 26а,б. По рисунку 26а определяются значения $T_{end1}$ для $ПДК_1$=0,75 мг/л, по рисунку 26б - значения $T_{end2}$ для $ПДК_2$= 0,25 мг/л.

Приложение А
(справочное)

## Библиография

[1] Беленко С.Л. Труды Ленморниипроекта, 1980-1990.

[2] Бертман Д.Я., Кравченко Е.В. Труды Черноморниипроекта и Черноморского центра по дампингу, 1980-1990.

[3] ВСН 486-86. Обеспечение охраны водной среды при производстве работ гидромеханизированным способом, 1987.

[4] Временные методические рекомендации по расчету предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты со сточными водами, 1990г.

[5] Дегтярев В.В., Ботвинков В.М. - Определение зоны влияния процесса отвала грунта на качество воды. - В кн.: Проектирование и эксплуатация выправительных сооружений на внутренних водных путях, НИВТ, 1980.

[6] Ефремов Н.А., Цернант А.А. - Правила по охране природных ресурсов при производстве земляных работ средствами гидромеханизации в транспортном строительстве, ЦНИИС, Минтрансстроя СССР, 1991.

[7] Загрядская Н.Н., Калинин С.Г. Результаты численных исследований распространения облака мутности при дноуглублении и дампинге. Научно-технические ведомости СПб ГТУ, №1, 2001.

[8] Йохансон Э. Метод расчета зоны загрязнения при подводном отвале грунта, 1980.

[9] Менщиков А.А., МГИ. Расчет процессов осаждения твердых части в подводных отвал - В кн.: Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов, 1978.

[10] Методические указания №АН-61/4890 от 18.12.98г. по разработке нормативов предельно допустимых сбросов вредных веществ в поверхностные водные объекты.

[11] Методические указания по проектированию водоохранных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос, 1998г.

[12] Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты от 29.12.1998г.

[13] Николаев А.Н. -Исследование водной среды прибрежной зоны моря при возведении гидроотвалов - В кн.. Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды, ВНИИГС Минмонтажспецстроя СССР, М.: 1981

[14] ОВОС. Временные методические рекомендации по проведению оценки воздействия на окружающую среду создаваемых (реконструируемых) объектов МО РФ. 1992г.

[15] Положение о проведении государственного экологического контроля на объектах Вооруженных сил РФ, утвержденное Постановлением Правительства №461 от 18 мая 1998г.

[16] ПОПС-90. Правила охраны природной среды в ВМФ и МО РФ. 1993.

[17] Постановление Правительства Российской Федерации от 23.11.1996г. №1404 «Об утверждении Положения о водоохранных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах».

[18] Правила охраны от загрязнения прибрежных вод морей. М., Минморфлот. 1984.

[19] Правила охраны поверхностных вод. М., 1991г. Нормативный документ, утвержденный председателем Госкомприроды СССР.

[20] Правила технической эксплуатации акваторий и гидротехнических сооружений ВМФ. Приложение к приказу Главнокомандующего ВМФ 1976г. №177.

[21] Приказ ГК ВМФ №32, 1988г. «О мерах совершенствования охраны природы и рационального использования природных ресурсов в ВМФ».

[22] Приказ Государственного комитета РФ по охране окружающей среды №372 от 16.03.2000г. «Об утверждении положения по оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в РФ.

[23] Приказ Министра обороны РФ №331 от 24.07.98г. «О государственном экологическом контроле на объектах Вооруженных сил РФ»

[24] Пятницкий К.Э. Эксплуатация самоотвозных землесосных снарядов, 1983.

[25] Указания по учету влияния дноуглубления на качество воды и экологию рек при проектировании путевых работ. 1981.

[26] Руководство по организации наблюдений, проведению работ и выдаче разрешений на сброс отходов в море с целью захоронения, 1984.

[27] Шлыгин И А., Гончаров А.А. - Исследование и моделирование процессов рассеяния различных веществ при захоронении отходов в моря и океаны, 1981.

[28] Шлыгин И.А., Гончаров А.А. - О натурных исследованиях и моделировании поведения отходов землечерпательных работ при сбросе в море. - Труды ГОИН, 1983.

[29] Шлыгин И.А., Гончаров А.А. - Оперативный метод расчета в районе дампинга грунтов в приливном море, 1985.

[30] Шлыгин И.А , Гончаров А.А. - Исследование и моделирование процесса распределения взвеси в морской среде при сбросе грунта, 1986.

Приложение Б
(справочное)

**Пример расчета**
**основных характеристик зон мутности при дноуглублении**
**с использованием самоотвозных землесосов**

Б.1 Исходные данные для расчета

Б.1.1 Технологические данные:

- дноуглубление планируется выполнить самоотвозным землесосом "Ирбенский" пр.№469 производительностью 14000 $м^3$/час по грунту в естественном состоянии;

- по данным производственной организации - владельца земснаряда фактическое время непрерывной его работы составляет 1 час.

Б.1.2 Данные о природных условиях в районе дноуглубления

- глубина d=10 м;

- по данным натурных наблюдений течения в районе дноуглубления отсутствуют;

- данные натурных наблюдений и литературные данные о величинах коэффициентов горизонтальной $K_{x,y}$ и вертикальной $K_z$ диффузии отсутствуют. Для оценочных расчетов принято, что $K_{x,y}$ =1,0 $м^2$/с, $K_z$=0,001 $м^2$с.

Б.1.3 Данные о физико-механических свойствах грунтов:

- объемный вес грунта в состоянии естественного сложения - 2,02 т/$м^3$;

- удельный вес частиц грунта - 2,68 т/$м^3$;

- осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления представлен в таблице Б.1.

Таблица Б.1 - Осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления

| Размер фракций, мм | Весовое содержание, % |
|---|---|
| более 2 | 0,41 |
| 2-0,5 | 1,72 |
| 0,5-0,25 | 2,78 |
| 0,25-0,1 | 78,71 |
| 0,1-0,05 | 12,68 |
| 0,05-0,01 | 2,25 |
| 0,01-0,005 | 1,45 |

Б.2 Расчет массы грунта, переходящего во взвешенное состояние при дноуглублении землесосами, выполняется в соответствии 5.1.5.

Б.2.1 В связи с отсутствием данных для определения коэффициента k перехода грунта во взвешенное состояние при дноуглублении самоотвозным землесосом принимаем ориентировочно, что k=5%=0,05.

Процентное содержание фракций с диаметром частиц менее 0,1 мм, определяется по таблице Б.1.

Б.2.2 Расход q частиц грунта, переходящих во взвесь при дноуглублении в результате работы землесоса и образующих зону мутности, с учетом физико-механических свойств разрабатываемого грунта составит в соответствии с выражением (5.1)

$$q = 0{,}1638\ 0{,}05 \cdot 14000 \frac{2{,}02 - 1{,}0}{2{,}68 - 1{,}0}\ 2{,}68/3600 = 0{,}05\ \text{т/с}.$$

Б.3 Эффективная скорость седиментации взвеси $V_{oc}$ рассчитывается в соответствии с 4.7. Значения гидравлической крупности (при температуре воды 20 градусов) фракций частиц, образующих зону мутности, и их содержание в грунте сведены ниже в таблицу Б 2.

Таблица Б.2 - Гидравлическая крупность фракций частиц, образующих зону мутности

| Размер фракций, мм | Содержание в грунте, % | Гидравлическая крупность, м/с |
|---|---|---|
| 0,1-0,05 | 12,68 | 0,004505 |
| 0,05-0,01 | 2,25 | 0,000780 |
| 0,01-0,005 | 1,45 | 0,000056 |

С учетом этих данных эффективная скорость седиментации взвеси будет равна

$$V_{oc} = (0.004505 \cdot 0.1268 + 0,000780 \ \ 0,0225 + 0,000056 \cdot 0,01450) / 0.1638 = 0.0036 \ \text{м/с}.$$

Б.4 Определение основных характеристик зон мутности

Расчеты проводятся в соответствии с 5.1, 5.2.

Б.4.1 Наибольшие площади пятен донных зон мутности $S_{max}$, ограниченные изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л ($S_{max1}$) и на 0,25 мг/л ($S_{max2}$), определяем с использованием графиков на рисунке 1а,б. Входными данными служат значения эффективной скорости седиментации $V_{oc}$=0,36 см/с и расхода q=0,05 т/с.

По графикам рисунке 1а определяем наибольшую площадь пятна донной зоны мутности $S_{max1}$, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л.

$S_{max1}$ =50000 м$^2$ при радиусе $R_{max1}$=126 м

и по графикам на рисунке 1б определяем наибольшую площадь донной зоны мутности $S_{max2}$, ограниченного изолинией, с концентрацией превышающей фоновую на 0,25 мг/л.

$S_{max2}$ =60000 м$^2$ при радиусе $R_{max2}$=138 м.

Б.4.2 При дноуглублении самоотвозным землесосом, работающим без перерыва в течение часа, границы зон мутности наибольших размеров, ограниченных изолиниями с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л или 0,25 мг/л, стабилизируются. Поэтому по графикам на рисунке 2а определяем моменты времени $T_{Smb1}$ достижения пятном мутности, ограниченным изолиниями с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л, наибольших размеров на дне и момент $T_{Sme1}$ начала его уменьшения.

Тогда $T_{Smb1}$=2000 с=33 мин. и $T_{Sme1}$=4800 с=80 мин.=1,3 час.

По графикам рисунке 2б определяем моменты времени $T_{Smb2}$ достижения донным пятном мутности, ограниченным изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л, наибольших размеров на дне и момент $T_{Sme2}$ начала его уменьшения

$T_{Smb2}$=2100 с=35 мин. и $T_{Sme2}$=4800 с=80 мин.=1,3 час.

Б.4 3 Время существования $T_{end}$ зон мутности на дне акватории при работе самоотвозного землесоса определяем с использованием графиков на рисунке 3а,б. По графикам рисунке 3а определяем время $T_{end1}$ существования донного пятна мутности, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

$$T_{end1}=6300 \text{ с}=1{,}75 \text{ час},$$

по графикам рисунка 3б определяем время $T_{end2}$ существования донного пятна мутности, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$$T_{end2}=6600\text{с}=1{,}83 \text{ час}.$$

Приложение В

(справочное)

**Пример расчета**

**основных характеристик зон мутности при дноуглублении**

**с использованием черпаковых земснарядов**

В.1 Исходные данные для расчета

В.1.1 Технологические данные:

- дноуглубление планируется выполнить портовым черпаковым земснарядом ПЧС-1500 производительностью 1500 м$^3$/час по грунту в естественном состоянии;

- по данным производственной организации - владельца земснаряда фактическое время непрерывной его работы составляет 12 часов;

- коэффициент k перехода грунта во взвешенное состояние равен 20%, т.е. k=0,2.

В.1.2 Данные о природных условиях в районе дноуглубления

- глубина d=10 м;

- по данным натурных наблюдений течения в районе дноуглубления отсутствуют;

- данные натурных наблюдений и литературные данные о величинах коэффициентов горизонтальной $K_{x,y}$ и вертикальной $K_z$ диффузии отсутствуют. Для оценочных расчетов принято, что $K_{x,y}$=1,0 м$^2$/с, $K_z$=0,001 м$^2$с.

В.1.3 Данные о физико-механических свойствах грунтов:

- объемный вес грунта в состоянии естественного сложения - 2,02 т/м$^3$;

- удельный вес частиц грунта - 2,68 т/м$^3$;

- осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления представлен в таблице В.1.

Таблица В.1 - Осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления

| Размер фракций, мм | Весовое содержание, % |
|---|---|
| более 2 | 0,41 |
| 2-0,5 | 1,72 |
| 0,5-0,25 | 2,78 |
| 0,25-0,1 | 78,71 |
| 0,1-0,05 | 12,68 |
| 0,05-0,01 | 2,25 |
| 0,01-0,005 | 1,45 |

В.2 Расчет массы грунта, переходящего во взвешенное состояние при дноуглублении черпаковым земснарядом, ведем согласно 5.1.5.

В.2.1 Процентное содержание фракций с диаметром частиц менее 0,1 мм, определяется по таблице В.1.

В.2.2 Расход q частиц, переходящих во взвесь при дноуглублении в результате работы черпакового земснаряда и образующих зону мутности, с учетом физико-механических свойств разрабатываемого грунта составит в соответствии с выражением (5.1)

$$q = 0{,}1638 \cdot 0{,}20 \cdot 1500 \frac{2{,}02 - 1{,}0}{2{,}68 - 1{,}0} \; 2{,}68/3600 = 0{,}022 \text{ т/с.}$$

В.3 Эффективная скорость седиментации взвеси $V_{oc}$ рассчитывается в соответствии с 4.7. Значения гидравлической крупности (при температуре воды 20

градусов) фракций частиц, образующих зону мутности, и их содержание в грунте *сведены ниже в таблицу В.2.*

*Таблица В.2 - Гидравлическая крупность фракций частиц, образующих зону* мутности

| Размер фракций, мм | Содержание в грунте, % | Гидравлическая крупность, м/с |
|---|---|---|
| 0,1-0,05 | 12,68 | 0,004505 |
| 0,05-0,01 | 2,25 | 0,000780 |
| 0,01-0,005 | 1,45 | 0,000056 |

С учетом этих данных эффективная скорость седиментации взвеси будет равна

$$V_{oc} = (0{,}004505 \cdot 0{,}1268 + 0{,}000780 \cdot 0{,}0225 + 0{,}000056 \cdot 0{,}01450) / 0{,}1638 =$$
$$= 0{,}0036 \text{м/с}.$$

В.4 Определение основных характеристик зон мутности

Расчеты проводятся в соответствии с 5.3.

В.4.1 Наибольшие площади пятен донных зон мутности $S_{max}$, ограниченных изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л ($S_{max1}$) и на 0,25 мг/л ($S_{max2}$), определяем с использованием графиков на рисунке 11а,б. Входными данными служат значения $V_{oc}$=0,36 см/с и q=0,022 т/с.

По графикам на рисунке 11а определяем наибольшую площадь пятна донной зоны мутности $S_{max1}$, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л.

$S_{max1}$ =50000 м$^2$ при радиусе $R_{max1}$=126 м

и по графикам рисунка 11б определяем наибольшую площадь пятна донной зоны мутности $S_{max2}$, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$S_{max2}$ =65000 м$^2$ при радиусе $R_{max2}$=144 м.

В.4.2 При дноуглублении черпаковыми земснарядами, работающими длительное время (12 час) без перерыва, границы пятен зон мутности наибольших размеров, ограниченных изолиниями с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л или 0,25 мг/л, стабилизируются. Поэтому по графикам на рисунке 12а определяем моменты времени $T_{Smb1}$ достижения пятном мутности, ограниченным изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л, наибольших размеров на дне и момент $T_{Sme1}$ начала его уменьшения.

Тогда $T_{Smb1}$=3000 с=50 мин. и $T_{Sme1}$=44500 с=741 мин.=12,4 час.

По графикам рисунка 12б определяем моменты времени $T_{Smb2}$ достижения донным пятном зоны мутности, ограниченным изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л, наибольших размеров на дне и момент $T_{Sme2}$ начала его уменьшения

$T_{Smb2}$=3000 с=50 мин. и $T_{Sme2}$=44500 с=741 мин.=12,4 час.

В.4.3 Время существования $T_{end}$ зон мутности на дне акватории при работе черпакового земснаряда определяем с использованием графиков на рисунке 13а,б. По графикам рисунка 13а определяем время $T_{end1}$ существования донного пятна зоны мутности, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

$$T_{end1}=46000 \text{ с}=12,8 \text{ час},$$

по графикам рисунка 13б определяем время существования донного пятна зоны мутности, ограниченного изолинией $T_{end2}$ с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$$T_{end2}=50000\text{с}=13,9 \text{ час}.$$

Приложение Г

(справочное)

**Пример расчета**

**основных характеристик зон мутности**

**при дампинге. Плоская модель**

Г.1 Исходные данные для расчета

Г.1.1 Технологические данные:

- дноуглубление планируется выполнить многочерпаковым шаландовым земснарядом МС-Ш 400/2-2300 «Багермейстер Алиев» с погрузкой грунта в самоходные люковые шаланды ШС-ДЛ 500/2-600 типа «Бакинская» для последующего сброса в подводный морской отвал;

- норма загрузки трюма шаланды грунтом III группы по трудности разработки составляет 410 $м^3$ в состоянии естественного сложения;

- осадка шаланды в грузу – 3,6 м;

- по данным производственной организации - владельца судна время опорожнения трюма шаланды на отвале составляет 60 с, а время полного открытия створок днищевых люков – 30 с;

- параметры днищевых люков: длина створки – 2 м, ширина створки – 1,5 м, угол поворота створки до полного открытия люка – 60 град.

Г.1.2 Данные о природных условиях на подводном отвале:

- глубина на отвале – 15 м;

- вертикальная плотностная стратификация отсутствует, температура воды составляет 20 градусов,

- по данным натурных наблюдений течения по направлению в основном соответствуют действующему ветру и однородны по глубине. Скорость течения колеблется в пределах от 5 – 10 см/с (повторяемость 68%) при слабых и умеренных ветрах до 30 – 40 см/с (повторяемость 4%) при свежих и сильных ветрах;

- данные натурных наблюдений и литературные данные о величине коэффициента горизонтальной турбулентной диффузии отсутствуют. Для оценочного расчета принято его значение, равное 1 $м^2/с$;

- предельно допустимое превышение концентрации взвеси над фоновыми значениями в районе отвала составляет 0,75 мг/л.

Г.1.3 Данные о физико-механических свойствах грунтов дноуглубления:

- объемный вес грунта в состоянии естественного сложения – 2,02 $т/м^3$;

- удельный вес частиц грунта – 2,68 $т/м^3$;

- удельное сцепление грунта – 3000 Па;

- осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления представлен в таблице Г.1.

Таблица Г.1 - Осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления

| Размер фракций, мм | Весовое содержание, % |
|---|---|
| более 2 | 0,41 |
| 2 – 0,5 | 1,72 |
| 0,5 – 0,25 | 2,78 |
| 0,25 – 0,1 | 78,71 |
| 0,1 – 0,05 | 12,68 |
| 0,05 – 0,01 | 2,25 |
| 0,01 – 0,005 | 1,45 |

Г.2 Расчет количества грунта, переходящего во взвешенное состояние при дампинге, ведется согласно 6.1.4, 6 1.6.

Г.2.1 С учетом технологических параметров сброса средняя за время разгрузки ширина открытия днищевых люков составит

$$b = 2 \cdot 1{,}5\left[\frac{30}{60}\left(1 - \frac{1}{\pi/3}\sin\frac{\pi}{3}\right) + \frac{60-30}{60}\left(1 - \cos\frac{\pi}{3}\right)\right] = 0{,}96 \text{ м}.$$

Г.2.2 Коэффициент перехода грунта во взвешенное состояние будет равен

$$k = 6{,}214\frac{\sqrt{15-3{,}6}}{3000}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{0{,}96}\right) = 0{,}011.$$

Г.2.3 Масса пылеватых и глинистых частиц, переходящих во взвесь в результате одного сброса и образующих зону мутности, с учетом физико-механических свойств грунта составит

$$G = 0{,}1638 \cdot 0{,}011 \cdot 410\frac{2{,}02-1{,}0}{2{,}68-1{,}0} \cdot 2{,}68 \cdot 10^6 = 1202000 \text{ г}.$$

Г.3 Эффективная скорость седиментации взвеси рассчитывается в соответствии с 4.7. Значения гидравлической крупности (при температуре воды 20 градусов) фракций частиц, образующих зону мутности, и их содержание в грунте сведены ниже в таблицу Г.2.

Таблица Г.2 - Гидравлическая крупность фракций частиц, образующих зону мутности

| Размер фракций, мм | Содержание в грунте, % | Гидравлическая крупность, м/с |
|---|---|---|
| 0,1 – 0,05 | 12,68 | 0,004505 |
| 0,05 – 0,01 | 2,25 | 0,000780 |
| 0,01 – 0,005 | 1,45 | 0,000056 |

С учетом этих данных эффективная скорость седиментации взвеси будет равна

$V_{oc}$=(0,004505 0,1268+0,000780 0,0225+0,000056 0,0145)/0,1638=0,0036 м/с.

Г.4 Расчет параметров зоны мутности ведется в соответствии с 6.2.

Г.4.1 Числовые параметры, используемые в расчетах, будут равны:

$$A = \ln\left(\frac{1202000}{4\pi \cdot 15 \cdot 1\ 0{,}75}\right) = 9{,}0481,$$

$$B = \frac{0{,}0036}{15} = 0{,}00024.$$

Г.4.2 Подстановка значений числовых параметров в формулу (6.5) дает выражение для расчета времени существования пятна методом последовательных приближений

$$T_{end}^{i+1} = \frac{9{,}0481 + 1 - \ln T_{end}^{i}}{1/T_{end}^{i} + 0{,}00024}, \quad i = 0,1,2\ldots$$

В качестве первого приближения принято значение 1000 с. Результаты расчета по шагам приведены ниже в таблице Г.3.

Таблица Г.3 Результаты расчета времени существования пятна мутности

| | 1 шаг | 2 шаг | 3 шаг | 4 шаг | 5 шаг | 6 шаг | 7 шаг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1000 с | 2533 с | 3509 с | 5625 с | 3562 с | 3596 с | 3578 с | 3587 с |

Таким образом, время существования на акватории дампинга превышения концентрации взвеси над фоновым значением, большего предельно допустимого (0,75 мг/л), составит 3590 с, то есть примерно один час.

Расстояние от места сброса грунта, на котором может наблюдаться это превышение, согласно 4.6 при значениях скорости течения 5 – 10 см/с (повторяемость 68%) составит до 360 м и соответственно при значениях скорости течения 30 – 40 см (повторяемость 4%) – до 1440 м.

Так как подробные данные о повторяемости течений по направлению и скорости отсутствуют, зоны воздействия дампинга грунтов на состояние водной среды по взвешенным веществам, имеющие различную повторяемость, могут быть представлены в виде двух концентрических окружностей с центром в точке сброса. Радиус зоны повторяемостью (обеспеченностью) 68 % будет равен 360 м, а повторяемостью 4 % (обеспеченностью 100 %) – 1440 м.

Г.4.3 Подстановка значений числовых параметров в формулу (6 9) дает выражение для расчета времени максимального развития пятна методом последовательных приближений

$$T_{Smax}^{l+1} = \frac{9{,}0481 - \ln T_{Smax}^{l}}{1/T_{Smax}^{l} + 2 \cdot 0{,}00024}, \qquad l = 0,1,2.$$

В качестве первого приближения принято значение 100 с. Результаты расчета по шагам приведены ниже в таблице Г 4

Таблица Г.4 - Результаты расчета времени максимального развития пятна мутности

| | 1 шаг | 2 шаг | 3 шаг | 4 шаг | 5 шаг |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 с | 424 с | 1056 с | 1462 с | 1512 с | 1514 с |

Таким образом, время максимального развития пятна взвеси составит 1510 с или около 25 минут.

С учетом 4.6 расстояние $L_{max}$, на котором наблюдается максимальное развитие зоны мутности (удаление центра пятна взвеси от точки сброса грунта), может изменяться от 150 м (повторяемость 68%) до 600 м (повторяемость 4%).

Г.4.4 Максимальная площадь пятна зоны мутности согласно выражению (6.11) будет равна

$$S_{max} = 4\pi \cdot 1 \cdot 1510 \cdot (9{,}0481 - \ln 1510 - 0{,}00024 \cdot 1510) = 25917\ м^2.$$

Г.4.5 Распределение концентрации техногенной взвеси (превышения над природным фоновым значением) в пятне зоны мутности в момент его максимального развития рассчитывается по формуле (6.4) при задании значения времени 1510 с. С учетом этого выражение для расчета концентрации на различном расстоянии от центра пятна будет иметь вид

$$C = \frac{1202000}{4\pi \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1510} \exp\left(-\frac{R^2}{4 \cdot 1 \cdot 1510} - \frac{0{,}0036}{15} \cdot 1510\right).$$

Результаты расчета представлены ниже в таблице Г.5.

Таблица Г.5 - распределение концентрации техногенной взвеси

| Расстояние от центра пятна, м | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Концентрация техногенной взвеси, мг/л | 2,94 | 2,75 | 2,26 | 1,62 | 1,02 | 0,56 |

Приложение Д

(справочное)

## Пример расчета основных характеристик зон мутности при дампинге. Пространственная модель

Д.1 Исходные данные для расчета

Д.1.1 Технологические данные

- дноуглубление планируется выполнить самоотвозным землесосом «Профессор Горюнов» с последующим сбросом из трюма в подводный морской отвал;

- норма загрузки трюма землесоса грунтом III группы по трудности (песок) составляет 4500 $м^3$ в состоянии естественного сложения;

- по данным производственной организации - владельца судна время опорожнения трюма землесоса на отвале составляет 7-15 мин.

Д.1.2. Данные о природных условиях на подводном отвале

- глубина на отвале d =25 м;

- по данным натурных наблюдений течения в районе отвала отсутствуют;

- данные натурных наблюдений и литературные данные о величинах коэффициентов горизонтальной $K_{\backslash}$ и вертикальной $K_z$ диффузии отсутствуют. Для оценочных расчетов принято, что $K_{\backslash y}$ =1,0 $м^2/с$, $K_z$=0,001 $м^2/с$.

Д.1.3. Данные о физико-механических свойствах грунтов дноуглубления:

- объемный вес грунта в состоянии естественного сложения - 2,02 $т/м^3$;

- удельный вес частиц грунта - 2,68 $т/м^3$;

- осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления представлен в таблице Д.1.

Таблица Д.1 - Осредненный гранулометрический состав грунтов дноуглубления

| Размер фракций, мм | Весовое содержание, % |
|---|---|
| более 2 | 0,41 |
| 2-0,5 | 1,72 |
| 0,5-0,25 | 2,78 |
| 0,25-0,1 | 78,71 |
| 0,1-0,05 | 12,68 |
| 0,05-0,01 | 2,25 |
| 0,01-0,005 | 1,45 |

Д.2 Расчет массы грунта, переходящего во взвешенное состояние при дампинге, ведется согласно 6.1.

Д.2.1 В связи с отсутствием данных для определения коэффициента k перехода грунта во взвешенное состояние при дампинге принимаем значение ориентировочно для землесоса данного типа и грунта III категории, k=5%=0,05.

Процентное содержание фракций с диаметром частиц менее 0,1 мм определяем по таблице Д 1, p=16,38%=0,1638.

Д.2.2 Масса частиц грунта, переходящих во взвесь в результате одного сброса из трюма землесоса и образующих зону мутности, с учетом физико-механических свойств разрабатываемого грунта составит в соответствии с выражением (6.1)

$$G = 0{,}1638 \cdot 0{,}05 \cdot 4500 \frac{2{,}02 - 1{,}0}{2{,}68 - 1{,}0} \cdot 2{,}68 = 61{,}5 \text{ т.}$$

Д.3 Эффективная скорость седиментации взвеси $V_{oc}$ рассчитывается в соответствии с 4.7. Значения гидравлической крупности (при температуре воды 20 градусов) фракций пылеватых и глинистых частиц, образующих зону мутности, и их содержание в грунте сведены ниже в таблицу Д.2.

Таблица Д.2 - Гидравлическая крупность фракций частиц, образующих зону мутности

| Размер фракций, мм | Содержание в грунте, % | Гидравлическая крупность, м/с |
|---|---|---|
| 0,1-0,05 | 12,68 | 0,004505 |
| 0,05-0,01 | 2,25 | 0,000780 |
| 0,01-0,005 | 1,45 | 0,000056 |

С учетом этих данных эффективная скорость седиментации взвеси будет равна

$$V_{oc} = (0.004505\ \ 0{,}1268 + 0.000780 \cdot 0{,}0225 + 0{,}000056 \cdot 0.01450) / 0{,}1638 = 0{,}0036 \text{ м/с.}$$

Д.4 Определение основных характеристик зоны мутности

Расчеты проводятся в соответствии с 6.3.

Д.4.1 Наибольшие площади пятен поверхностных зон мутности $S_{max}$, ограниченные изолиниями с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л ($S_{max1}$) и на 0,25 мг/л ($S_{max2}$), определяем с использованием графиков рисунка 21. Входными данными служат значения $V_{oc}$=0,36 см/с и G=61,5 т.

По графикам рисунка 21а определяем интерполяцией наибольшую площадь пятна поверхностной зоны мутности $S_{max}$, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

$S_{max1}$ =35500 м$^2$ при радиусе $R_{max1}$=106 м

и по графикам рисунка 21б определяем наибольшую площадь пятна поверхностной зоны мутности $S_{max2}$, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$S_{max2}$=83200 м$^2$ при радиусе $R_{max2}$=163 м.

Аналогично по графикам рисунка 24а определяем наибольшую площадь пятна $S_{max1}$ зоны мутности на горизонте d/2 (на глубине 12,5 м), ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

$S_{max1}$ =145000 м$^2$ при радиусе $R_{max1}$=215 м

и по графикам рисунка 24б - наибольшую площадь пятна зоны мутности $S_{max2}$ на горизонте d/2=12,5 м, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$S_{max2}$=190000 м$^2$ при радиусе $R_{max2}$=246 м.

В зависимости от требований к составу и свойствам воды близлежащих водных объектов (поверхностный или заглубленный водозабор, преобладание приповерхностных или придонных видов рыб, наличие мест для купания) в качестве расчетных принимаются значения $S_{max1}$, $S_{max2}$ на соответствующем горизонте - на поверхности или на среднем горизонте.

Д.4.2 Время $T_{Smax}$ образования на поверхностности акваторий зон мутности наибольших размеров определяем с использованием графиков рисунка 22. Входными данными служат значения $V_{oc}$=0,36 см/с и G=61,5 т. Тогда из графиков рисунка 22а, интерполируя, определяем время $T_{Smax1}$, соответствующее образованию на поверхности пятна зоны мутности наибольших размеров, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л По графику рисунка 22б определяем время $T_{Smax2}$, соответствующее образованию на поверхности пятна мутности наибольших размеров, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$T_{Smax1}$=1500 с=25 мин.

$T_{Smax2}$=1865 с=31 мин.

*Аналогично, по графикам рисунка 25а определяем время* $T_{Smax1}$, соответствующее моменту образования пятна зоны мутности наибольших размеров на горизонте d/2 (на глубине 12,5 м), ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

$T_{Smax1}$=5000 с=83,3 мин.=1,38 часа

и по графикам рисунка 25б - время $T_{Smax2}$, соответствующее моменту образования пятна зоны мутности наибольших размеров, ограниченного изолинией, с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л.

$T_{smax2}$=5000 с=83,3 мин.=1,38 часа.

Д.4.3 Время существования $T_{end}$ на акватории зон мутности. определяем с использованием графиков на рисунках 23 и 26 .

По графикам на рисунке 23а определяем время $T_{end}$ существования, поверхностного пятна зоны мутности, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л. По графикам на рисунке 23б - время $T_{end2}$ существования поверхностного пятна зоны мутности, ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л.

$T_{end1}$=3200 с=53 мин.

$T_{end2}$=3200 с=53 мин.

По графикам рисунка 26а определяем также время $T_{end1}$ существования пятна зоны мутности на глубине d/2 (12,5 м), ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,75 мг/л

$T_{end1}$=7500 с= 125 мин. = 2,08 часа

и время $T_{end2}$ существования пятна зоны мутности на глубине d/2 (12,5 м), ограниченного изолинией с концентрацией, превышающей фоновую на 0,25 мг/л

$T_{end2}$=7500 с=125 мин.=2,08 часа

Приложение Е

(справочное)

## Пример ввода исходных данных и результатов определения распространения зон мутности по программе для ПЭВМ DNODAMP

При составлении программы DNODAMP полагалось, что изменение концентрации мутности С описывается трехмерным уравнением турбулентной диффузии:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U_x \frac{\partial C}{\partial x} + U_y \frac{\partial C}{\partial y} + (U_z + V_{oc}) \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial C}{\partial z} + K_{xy} \nabla^2 C + \quad (E.1)$$
$$+ q\delta(x - x_0)\delta(y - y_0)\delta(z - z_0),$$

где $C$ - концентрация мутности;

$U_x, U_y, U_z$ - составляющие скорости течения по декартовым осям x, y, z, при этом ось z направлена от поверхности вниз;

$V_{oc}$ - скорость оседания примеси;

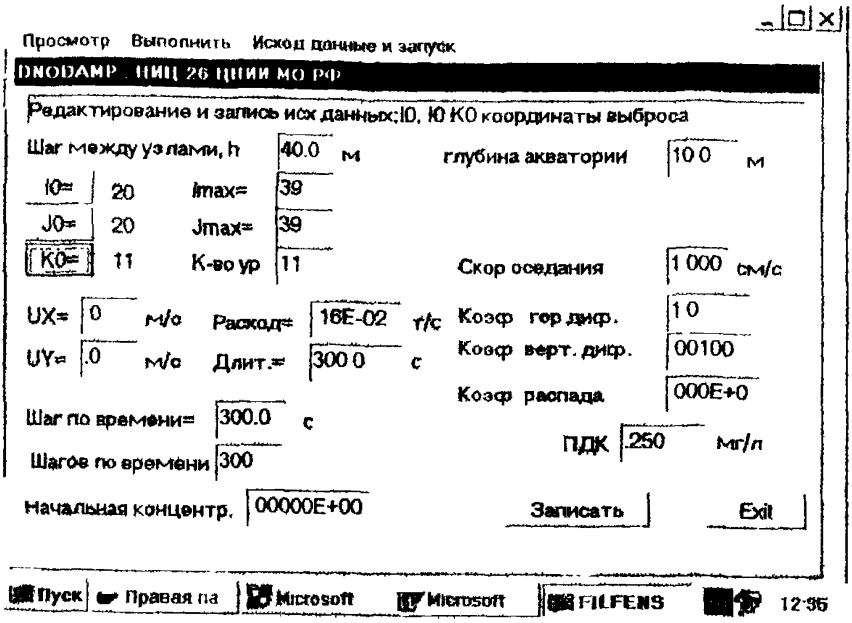
$K_z$, $K_{xy}$ - вертикальный и горизонтальный коэффициенты турбулентной диффузии;

$\delta$ - дельта функция Дирака;

$q$ - мощность источника примеси;

$x_0, y_0, z_0$ - координаты источника.

Граничные условия состоят в том, что на всех поверхностях, ограничивающих рассматриваемую область, необходимо знать поток примеси либо его отсутствие (непротекание). Для дампинга и дноуглубления использован точечный источник заданной длительности действия, расположенный на поверхности (дампинг) или на дне в случае дноуглубления.



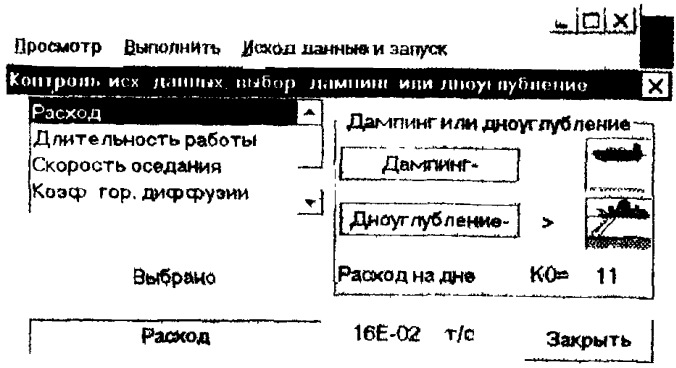




Рисунок Е 1 Панели редактирования исходных данных программы DNODAMP

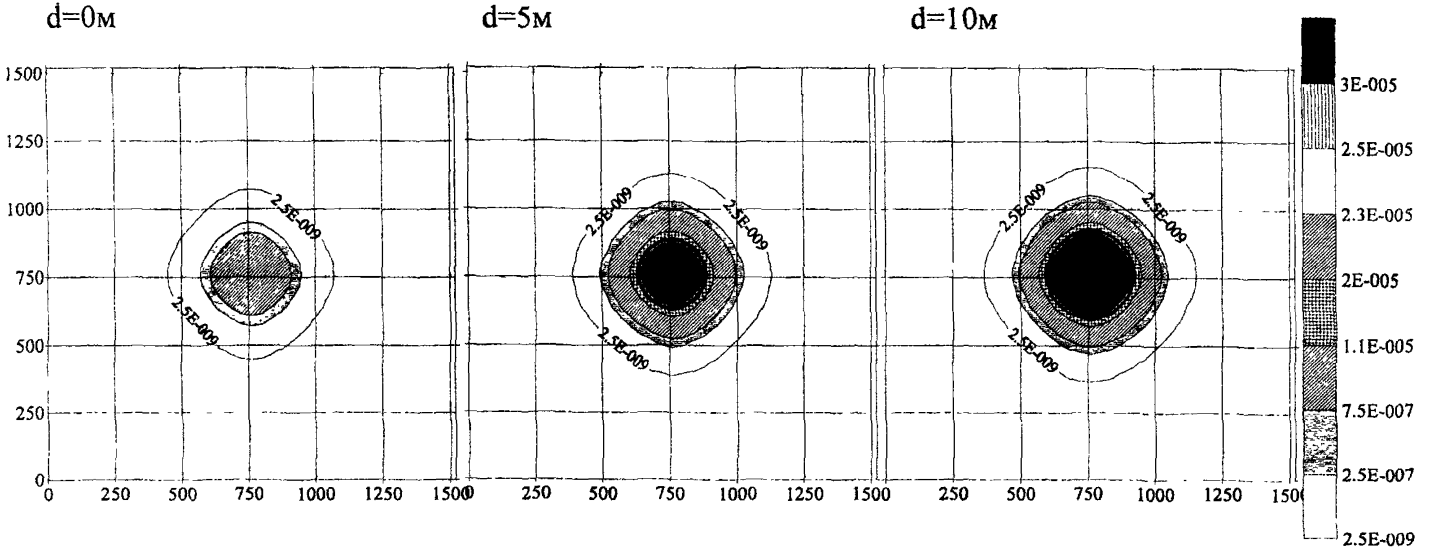



Рисунок Е.2 - Результат расчета по программе DNODAMP концентрации зон мутности при дампинге на трех горизонтах, Voc=0,15см/с, q=0,08т/с, длительность разгрузки 12,5 мин., через 1,5 часа после начала разгрузки, течение отсутствует

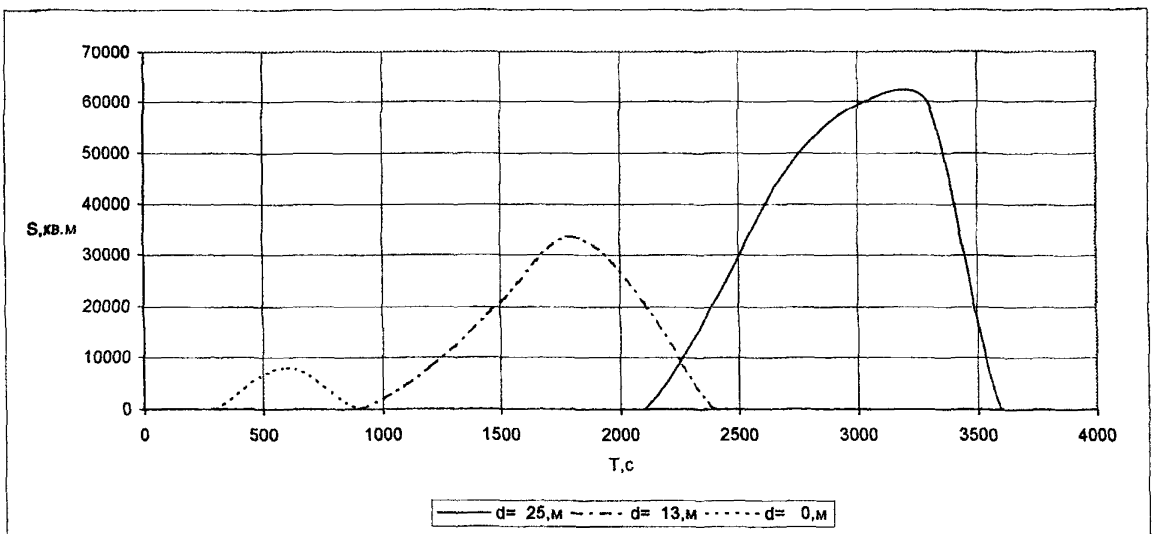



Рисунок Е.3 - Зависимость площадей зон мутности $S_1$ на трех горизонтах от времени Т, прошедшего с момента сброса при глубине 25 м

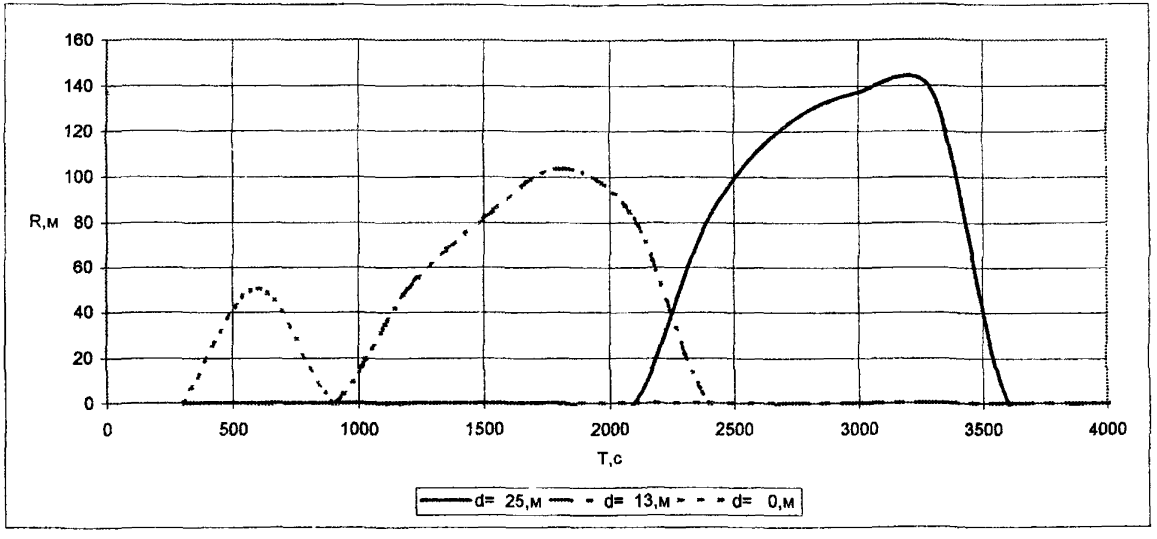



Рисунок Е.4 - Зависимость радиусов зон мутности $R_1$ на трех горизонтах от времени T, прошедшего с момента сброса при глубине 25 м

Численная реализация решения (Е.1) выполнена конечно-разностным методом с применением симметричной неявной схемы Кранка-Николсона. Поскольку применение метода конечных разностей к краевой задаче для дифференциального уравнения второго порядка (Е.1) приводит к получению «трехдиагональная системы» линейных алгебраических уравнений, каждое из которых содержит три соседних неизвестных, для решения такой системы использован так называемый метод *прогонки*. Для решения трехмерной задачи применялся метод расщепления (переменных направлений), который позволяет на каждом временном шаге сводить трехмерную задачу к последовательности более простых одномерных задач. В результате был получен эффективный алгоритм реализации на ПЭВМ, обеспечивающий второй порядок аппроксимации решения.

Программа DNODAMP разработана для расчета распространения зон мутности при дампинге и дноуглублении. Программа снабжена диалоговым интерфейсом. На рисунке Е.1 представлено основное диалоговое окно программы DNODAMP. Для случая дампинга из шаланд на рисунке Е.2 приведены планы изолиний концентрации мутности на поверхности, на среднем горизонте и на дне, а на рисунке Е.3 и Е.4 соответственно - зависимости площадей S и радиусов R зон мутности на тех же горизонтах от времени, прошедшего с момента сброса.

Программа DNODAMP используется при различных сочетаниях характеристик грунта, гидрометеорологических условий и произвольных плановых очертаниях исследуемых акваторий.

Подписано к печати 2.12 03 объем 5 п.л.
Формат 60 х 84/16 тираж 100
Заказ № 24 / 03
Отпечатано в типографии 26 ЦНИИ МО РФ
105179 Москва, Е-179

gost.e-ecolog.ru