

НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

64

А.Р. Белоусов, Д.И. Гетьман, Д.М. Киселев.

Методика расчета элементов конструкции и рабочих режимов грунтонасосной установки землесоса

70

Е.В. Рачков. **Предложение по совершенствованию элементов системы «ленточный конвейер – перегружатель»**

73

Д.В. Рудометкина. **Краткий анализ развития международных транспортных связей в дореволюционной России**

Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций (СПГУВК)

75

Анатолий Нырков, Татьяна Дмитриева, Сергей Соколов.

Методы повышения эффективности работы портов в рамках международных транспортных коридоров

Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

78

Ю.И. Бик, О.В. Приданова. **Снижение напряженно-деформированного состояния причальных набережных с помощью армирования грунта обратной засыпки**

ГНИНГИ МО РФ, МГАВТ

80

В.А. Михальский, В.А. Катенин, А.В. Бойков. **Управление**



движением судна по траектории с использованием электронной картографической навигационной информационной системы

Морская государственная академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (МГА им. адмирала Ф.Ф. Ушакова)

82

Р.Ю. Арутюнов, В.А. Туркин. **Оптимизация факторов**

риска эксплуатации судового термомасляного котла

84

А.В. Туркин. **Экологический мониторинг припортовых акваторий и воздушного бассейна на основе системы управления базой данных MySQL**

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Методика расчета элементов конструкции и рабочих режимов грунтонасосной установки землесоса

АВТОРЫ: А.Р. БЕЛОУСОВ, Д.И. ГЕТЬМАН, Д.М. КИСЕЛЕВ

В Концепции развития внутреннего водного транспорта (ВВТ), одобренной распоряжением Правительства РФ от 3 июля 2003 года № 909-р, для улучшения условий судоходства, параметров и протяженности внутренних водных путей (ВВП) предусмотрена необходимость модернизации технического флота и повышения его эффективности. Это, в частности, подразумевает увеличение производительности, снижение удельных энергозатрат, расширение технологических возможностей дноуглубительных земснарядов. Для решения таких задач, кроме организационных мер, необходимы и новые технические решения, что требует создания и освоения современных методов расчета рабочих режимов и конструктивных параметров оборудования дноуглубительных земснарядов при их проектировании, постройке, эксплуатации и модернизации.

В данной статье представлены разработанные авторами методы расчета конструктивных и рабочих параметров грунтонасосных установок (ГНУ), наиболее распространенных и высокопроизводительных дноуглубительных земснарядов – землесосов.

К техническим способам повышения производительности, снижения удельных энергозатрат, расширения технологических возможностей землесоса можно отнести:

- выбор оптимальных режимов работы ГНУ для типовых грунтовых и технологических условий;
- расчет конструктивных параметров всасывающих и напорных трубопроводов;

– применение новых вариантов грунтозаборных устройств, обеспечивающих эффективную разработку грунтов различных по толщине слоев и свойствам.

Для выбора оптимальных режимов работы ГНУ необходимо иметь возможность постоянно определять фактические параметры: производительность и расход энергии установки. Однако типовой комплект контрольно-измерительных приборов (КИП) большинства эксплуатируемых в настоящее время землесосов (манометр, вакуумметр и тахометр двигателя) не выполняет непосредственные замеры параметров. Таким образом, полностью отсутствует инструмент, позволяющий осуществлять обоснованное управление режимами работы ГНУ. Следовательно, существует задача создания метода управления, основанного на задании и поддержании оптимального режима работы по показаниям стандартных КИП. Для этого целесообразно определить реально возможный набор различных исходных условий работы, рассчитать оптимальные в этих условиях режимы и соответствующие им показания КИП. Это позволит в процессе эксплуатации землесоса управлять им по показаниям стандартных КИП таким образом, чтобы в зависимости от поставленной задачи обеспечивалась либо максимально возможная производительность, либо минимальные удельные энергозатраты в конкретных грунтовых и технологических условиях. Для создания возможности такого расчета и определения оптимальности процесса в любых грунтовых и технологических условиях необходимо разработать математическую модель работы ГНУ.

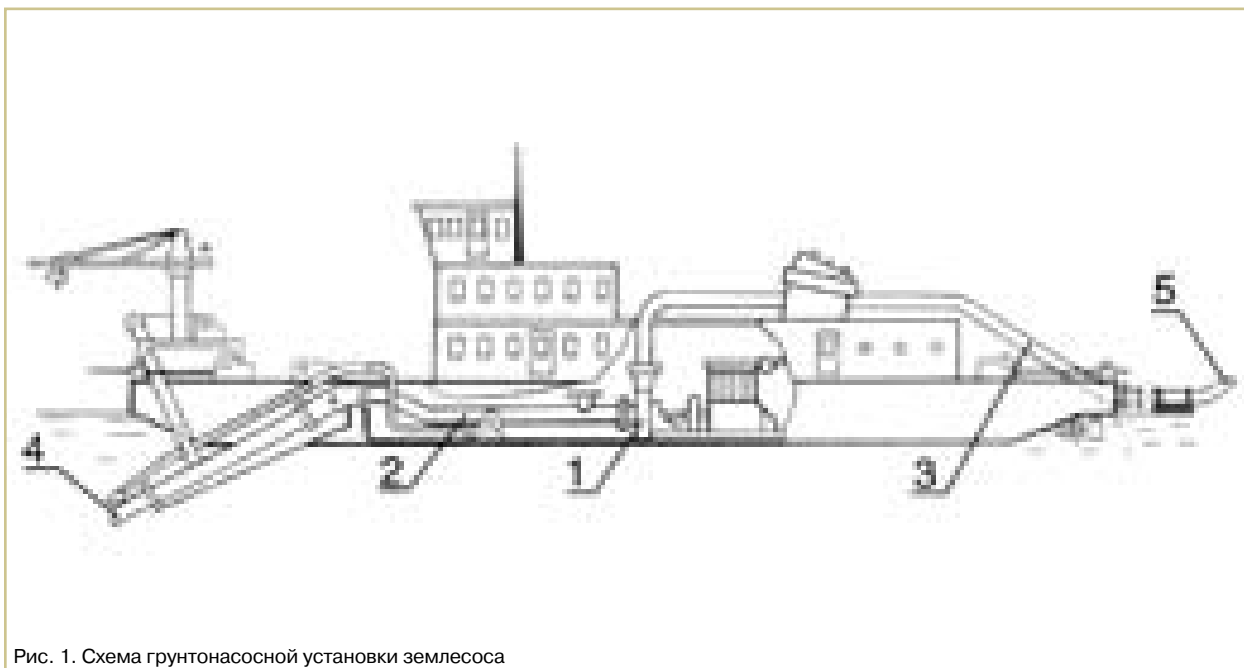


Рис. 1. Схема грунтонасосной установки землесоса

Расчет оптимальных режимов может базироваться на существующих теориях и математических зависимостях процессов грунтозабора, гидротранспорта и работы центробежного грунтового насоса. Изучением таких процессов занимались российские и зарубежные ученые, среди которых А.П. Юфин, Б.Е. Романенко, Г.Н. Роер, Б.М. Шкундин, А.С. Стариков, Н.В. Лукин, К.А. Царевич, С.П. Огородников, Д.В. Рошупкин, Н. А. Силин, С. Г. Коберник, K. Blaum, A. Roorda, Y. Vertregt, R. Gibert и др. Ими была проделана огромная работа по сбору экспериментальных данных, разработке теории и методов расчета транспорта гидросмесей, работы центробежных грунтовых насосов. Однако при этом обобщение результатов сводилось в основном к получению эмпирических зависимостей, имеющих, как правило, узкую применимость для определенных диапазонов исходных условий. Кроме того, многие из этих зависимостей, имеющих частично пересекающиеся диапазоны, не согласовались друг с другом, что затрудняло обобщение результатов, полученных по разным методикам.

После анализа существующих методов расчета гидротранспорта, в качестве базовой методики для построения трех математических моделей работы ГНУ авторами статьи была выбрана методика А.С. Старикова [1]. Она с достаточной точностью учитывает реальные условия работы дноуглубительных землесосов на ВВП и охватывает большой диапазон значимых параметров.

При построении математической модели № 1 применялся принцип разбиения ГНУ на отдельные элементы и их взаимные связи (посредством общих переменных). ГНУ землесоса может быть представлена 5 укрупненными элементами (рис. 1).

Грунтовой насос (1) является основным источником энергии в ГНУ и обеспечивает всасывание и перемещение гидросмеси. Всасывающий (2) и напорный (3) трубопроводы служат для транспортирования гидросмеси от всасывающего наконечника к месту сброса гидросмеси. Всасывающий наконечник (4) обеспечивает бесперебойный грунтозабор и образование гидросмеси. Патрубок (5) на конце напорного трубопровода служит для сброса гидросмеси на место складирования грунта.

При работе ГНУ на установившемся режиме полная энергия, сообщаемая насосом (1) единице веса перекачиваемой гидросмеси ($H_{нас}$), полностью расходуется в ее пассивных элементах (2, 3, 4, 5) на подъем и перемещение этой смеси ($H_{потерь}$). Таким образом:

$$H_{нас} = H_{потерь} \quad (1)$$

Напор насоса при перекачивании гидросмеси определяется по его паспортной напорной характеристике при работе на воде, с учетом корректировок, связанных с плотностью и составом гидросмеси, с фактическим числом оборотов насоса, а также с конструктивными изменениями, такими, как изменение диаметра или износ рабочего колеса насоса:

$$H_{н(гс)} = k_n \frac{\rho_{гс}}{\rho_в} H_{н(в)}, \quad (2)$$

где: $H_{н(в)}$ – напор насоса (полная механическая энергия, передаваемая насосом единице веса перекачиваемой жидкости) при перекачивании чистой воды, взятый по рабочей характеристике, $\rho_{гс}$ – плотность гидросмеси, $\rho_в$ – плотность воды, k_n – коэффициент изменения напора насоса, зависящий от относительной плотности и рода грунта (рис. 2) [1].

Потери энергии при перекачивании гидросмеси, также зависящие от плотности, состава и скорости ее движения, определяются как сумма следующих отдельных потерь:

$$H_{потерь} = H_{вс} + H_{сквс} + H_{тр} + H_z + H_T + H_{нак}, \quad (3)$$

где: $H_{вс}$ – местные потери во всасывающем наконечнике; $H_{сквс}$ – потери на приведение гидросмеси в движение; $H_{тр}$ – потери на гидравлическое трение в трубопроводах; H_T – потери на подъем гидросмеси до грунтового насоса; H_z – потери на подъем гидросмеси от насоса до точки выхода; $H_{нак}$ – местные потери в выкидном наконечнике, зависящие от степени его сужения.

Совокупность вышеперечисленных зависимостей (1, 2, 3) в развернутом виде представляет собой математическую модель № 1 работы ГНУ [2]. Проверка адекватности мате-

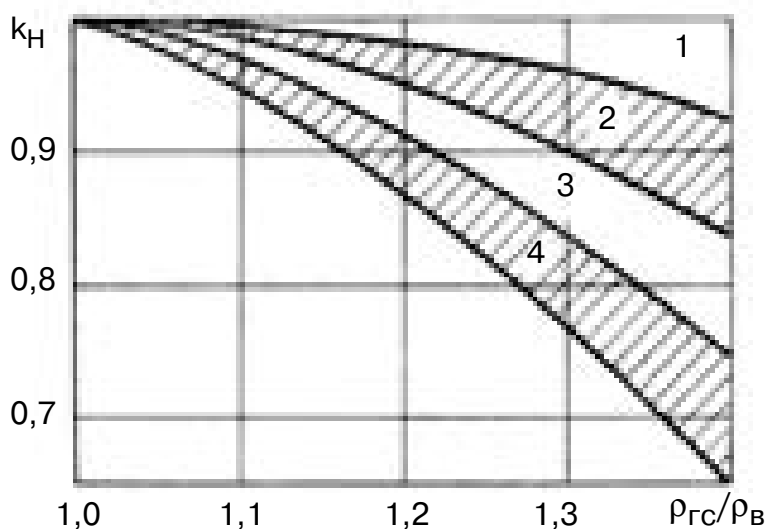


Рис. 2. Зависимость коэффициента изменения напора насоса от относительной плотности и рода грунта: 1 – ил; 2 – мелкий песок; 3 – средний песок; 4 – крупный песок

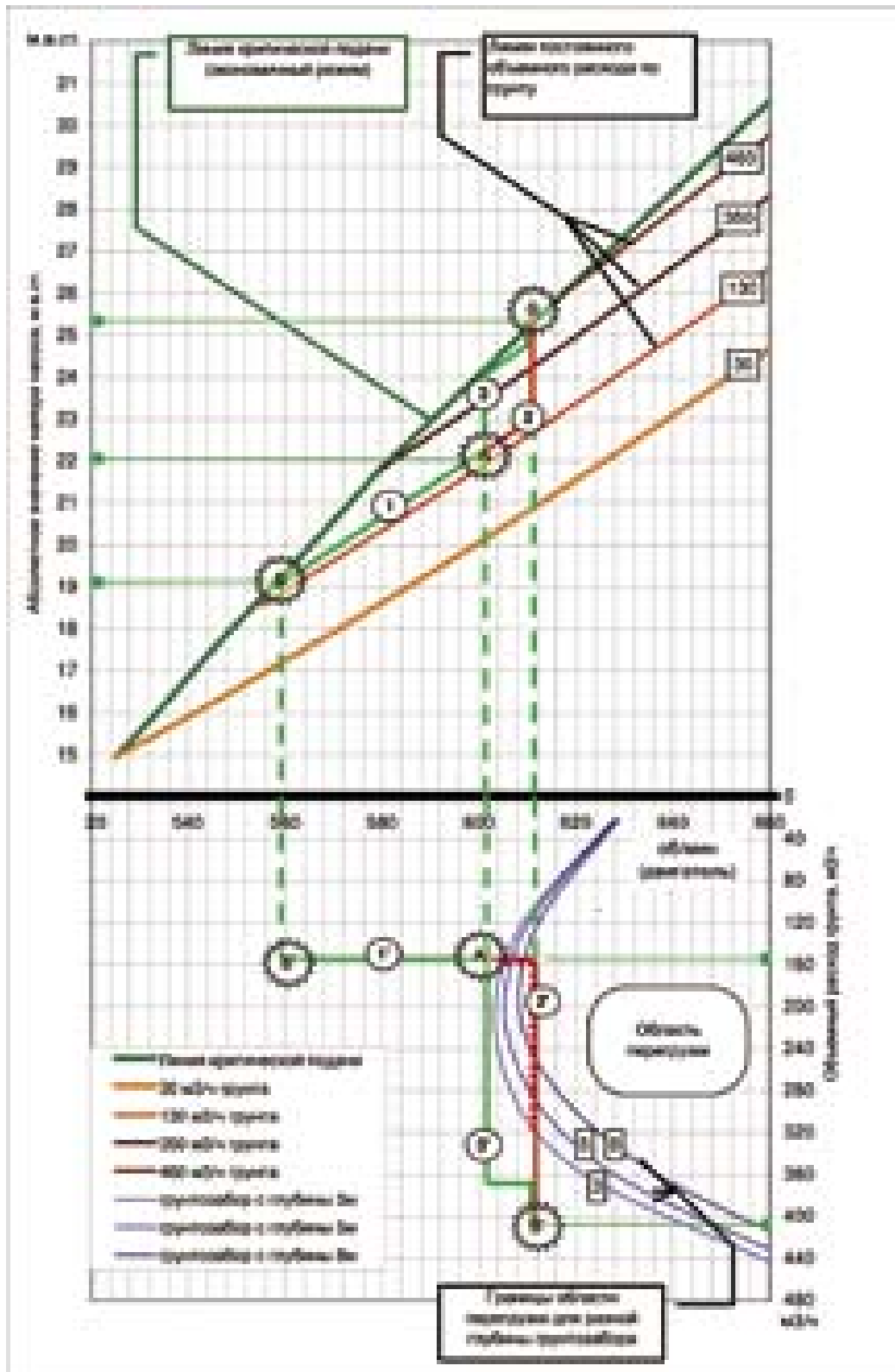


Рис. 3. Номограмма управления ГНУ землесоса проекта 1-516

матической модели, которая была выполнена путем сравнения рассчитанных параметров с замерами, проведенными на действующем землесосе, дала положительный результат.

С целью решения задач по оптимизации работы ГНУ были проведены серии математических экспериментов с использованием модели № 1 для землесоса проекта 1-516.

Выполнена оценка влияния изменения различных параметров и характеристик ГНУ на удельные энергозатраты процесса. При этом установлено, что наибольшее влияние на эти затраты оказывает изменение частоты вращения грунтового насоса. Так, при снижении частоты вращения насоса на 10% при поддержании постоянства количества перекачиваемого за единицу времени грунта удельный расход топлива уменьшается на 23,3%. Увеличение количества перекачиваемого за единицу времени грунта на 10% также снижает удельный расход топлива, но только на 11,8%.

Проведен анализ путей повышения производительности ГНУ. При этом установлено, что эта задача может быть решена только за счет интенсификации процесса грунтозабора с учетом наличия ограничений работы ГНУ по потребляемой мощности, критической скорости движения смеси (скорости движения смеси, при которой грунт начинает выпадать в осадок) и недопустимости кавитационного режима. По результатам обобщения большого количества математических экспериментов авторами статьи разработан принцип построения номограммы, связывающей полный напор и частоту вращения рабочего колеса насоса с его производительностью по грунту. С помощью этой номограммы можно определять параметры оптимальных режимов работы ГНУ, опираясь только на показания типового комплекта КИП, обеспечивая либо режим энергосбережения, либо режим наибольшей производительности с учетом ограничений по критической скорости и потребной мощности. Пример такой номограммы, подготовленной для одного из серийных дноуглубительных землесосов при его работе на среднем песке, приведен на рис. 3.

Определение фактической производительности, наличия перегрузки и выбор оптимальных режимов производится в следующем порядке.

1. При фиксированной по условиям процесса грунтозабора производительности.

1.1. Определение фактической производительности землесоса:

– в установившемся режиме работы ГНУ показания манометра и вакуумметра насоса суммируются, и определяется величина полного напора насоса ($H_n=22$ м.в.ст.);

– по значению H_n и частоте вращения приводного двигателя ($n_{дв}=600$ об/мин) на номограмме находится рабочая точка данного режима ГНУ (точка А);

– положение этой точки относительно линий расхода по грунту позволяет определить производительность землесоса (~ 160 м³/ч).

1.2. Контроль наличия перегрузки двигателя в рабочем режиме: из рабочей точки А в нижнюю часть диаграммы опускается вертикаль до пересечения с горизонтальной линией зафиксированного объемного расхода по грунту (точка А'). Положение этой точки показывает наличие или отсутствие перегрузки. В случае попадания точки А' в область перегрузки необходимо снизить обороты двигателя до выхода из такого режима.

1.3. Переход на работу в режиме энергосбережения с пониженными оборотами приводного двигателя:

– от рабочей точки (А) данного режима параллельно линиям постоянного расхода по грунту проводится прямая (1) до пересечения с линией критической подачи (точка Б);

– абсцисса точки Б определяет обороты приводного двигателя (~ 555 об/мин), соответствующие режиму критической подачи гидросмеси – работе с минимальными удельными энергозатратами при рассматриваемой производительности;

– наличие перегрузки в режиме точки Б определяется аналогично точке А (по пункту 1.2).

2. При возможности интенсификации процесса грунтозабора.

2.1. Определение максимально возможной производительности при повышении оборотов приводного двигателя (до максимально допустимых): из точки на оси абсцисс, соответствующей технически возможной максимальной частоте оборотов приводного двигателя (например, $n_{дв}=610$ об/мин), проводится вертикаль до пересечения с линией критической подачи (точка В, $n_{дв}=610$ об/мин, $H_n=25,4$ м.в.ст.). Положение этой точки относительно линий постоянного расхода определяет максимально возможную производительность (~ 410 м³/ч) при заданных оборотах двигателя. Переход на работу с такой производительностью проводится путем увеличения частоты вращения вала насоса и интенсификации процесса грунтозабора. Необходимо отметить, что процесс перехода на новый режим может происходить в различной последовательности действий. Так, если вначале увеличить частоту вращения и только затем интенсифицировать грунтозабор (увеличивать скорость рабочего перемещения, см. линию (2), то при переходном процессе двигатель будет работать с перегрузкой (линия 2'). Поэтому следует придерживаться такой последовательности, при которой сначала интенсифицируется грунтозабор, и только затем, по достижении определенного расхода, увеличивается частота вращения вала насоса. При этом может потребоваться переход в несколько ступеней – на примере линий (3) и (3') показан переход на нужный режим в 3 ступени.

2.2. Контроль наличия перегрузки двигателя при работе в этом режиме и в промежуточных точках при переходе на новый режим выполняется аналогично точке А.

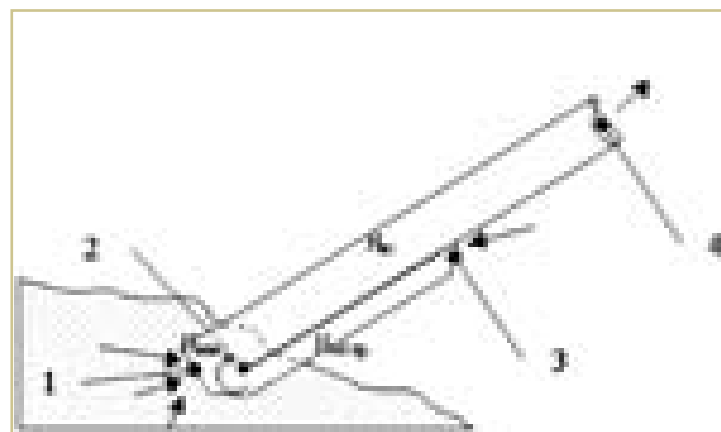


Рис. 4. Схема всасывающего наконечника с дополнительным подводом воды: 1 – зев всасывающего наконечника; 2 – точка соединения всасывающего наконечника и коллектора дополнительного подвода воды; 3 – вход в коллектор; 4 – всасывающий парубок насоса; 1-2 – участок от зева всасывающего наконечника до точки подсоединения коллектора; 2-3 – участок коллектора дополнительного подвода воды; 2-4 – участок всасывающего трубопровода

Увеличение производительности грунтонасосной установки, как показано выше, наиболее эффективно достигается путем интенсификации грунтозабора, повышения консистенции гидросмеси до пределов, обуславливаемых возможностями системы насос-трубопровод. Однако интенсификация грунтозабора сопряжена, особенно при работе на толстых слоях, с вероятностью завала зева всасывающего наконечника, прекращения движения гидросмеси и, как следствие, забоя напорного трубопровода, что недопустимо. Для решения данной проблемы специалистами МГАВТ была предложена новая конструкция всасывающего наконечника с гидравлическим рыхлителем и дополнительным коллектором для подвода воды (рис. 4), обеспечивающая работу при завале зева в режиме грунтозабора из массива.

При такой конструкции в случае завала наконечника обеспечивается сохранение стабильного режима работы насоса и, после размыва грунта рыхлителем, выход на нормальный режим всасывания. Более того, при внедрении такого наконечника в массив гидрорыхлитель создает зону псевдооживленного грунта, что упрощает процесс всасывания и резко уменьшает сопротивление этого грунта движению землесоса. Наконечники этого типа успешно испытаны, отработаны и применяются на серийных землесосах, однако их параметры подобраны экспериментально для отдельных типов землесосов и не всегда эффективны в особо сложных условиях.

В отдельных случаях при работе с такими наконечниками возникают кавитационные режимы (из-за больших потерь в дополнительном коллекторе) или снижается консистенция гидросмеси (за счет неоправданно увеличенного расхода воды через этот коллектор). Для расчета конструктивных параметров наконечника с дополнительным подводом воды, обеспечивающих его эффективную работу в любых условиях, создана [2] математическая модель № 2 работы этого наконечника.

Основу модели составляет условие, что суммарное сопротивление всех элементов участка 3-2-4 (рис. 4) должно на любых режимах работы ГНУ быть максимальным из всех, не превосходящих предельного вакуума насоса, определяемого по его паспортной характеристике.

$$H_3 + H_{3-2} + H_2 + H_{2-4} \leq H_{\text{вак}}^{\text{пр}}, \quad (4)$$

где $H_{\text{вак}}^{\text{пр}}$ – предельная вакуумметрическая высота всасывания грунтового насоса, определяемая по его паспортной характеристике, с учетом поправки на перекачивание гид-

росмеси. Модель позволяет рассчитать различные варианты всасывающих наконечников с определением допустимых длины и площади сечения специального коллектора дополнительного подвода воды (что и было выполнено для отдельных проектов).

Снижение сопротивления линейному перемещению землесоса, обеспеченное наличием зоны псевдооживленного грунта, снимает привычные для оператора контроль и ограничение скорости рабочего перемещения по усилию в рабочем канате. Завышение этой скорости может привести к недопустимому увеличению консистенции и уменьшению расхода гидросмеси, к заиливанию напорного трубопровода. Другим результатом завышения скорости может стать несоответствие производительности ГНУ и разрабатываемого за единицу времени объема грунта траншеи, т. е. непроработка прорези по глубине. Для определения потребной скорости рабочего перемещения необходимо в любой момент времени знать текущую производительность грунтонасосной установки, профиль траншеи, а также фактическую и критическую скорость транспортирования гидросмеси при данных условиях. На практике постоянный замер указанных параметров невозможен, поэтому о достижении необходимой скорости рабочего перемещения можно судить только по косвенным признакам, например по прекращению роста консистенции при плавном увеличении скорости или по признакам заиливания напорного трубопровода, а также по степени разработки прорези.

Эта задача решается с помощью математической модели № 3 процесса грунтозабора. Модель [2] позволяет определить допустимую скорость рабочего перемещения землесоса из условия, что фактический объем всасываемого за единицу времени грунта соответствует объему грунта проходимой за это же время траншеи (рис. 5).

$$Q_{\text{гр.тр.}} = Q_{\text{гр.уст.}} \quad (5)$$

где $Q_{\text{гр.тр.}}$ – объем грунта в траншее, проходимой за единицу времени; $Q_{\text{гр.уст.}}$ – объем грунта, перекачиваемый ГНУ за этот же период времени.

$$Q_{\text{гр.тр.}} = S_{\text{тр.}} \cdot V_{\text{лин.}}, \quad \text{м}^3/\text{с}, \quad (6)$$

где $S_{\text{тр.}}$ – площадь поперечного сечения траншеи, м^2 ; $V_{\text{лин.}}$ – линейная скорость перемещения зева всасывающего наконечника, $\text{м}/\text{с}$.

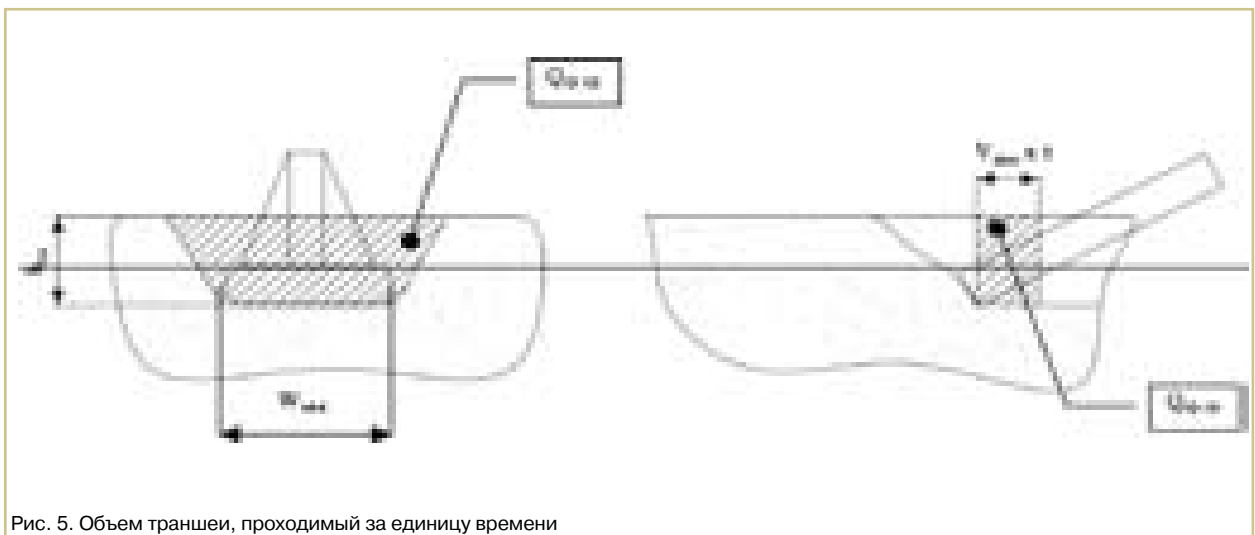


Рис. 5. Объем траншеи, проходимый за единицу времени

Площадь поперечного сечения траншеи определяется (с учетом возникающих откосов) по формуле:

$$S_{тр.} = h_{сл.}^2 \cdot m_M + h_{сл.} \cdot w_{нак.}, \text{ м}^2, \quad (7)$$

где $w_{нак.}$ – ширина зева всасывающего наконечника, м; $h_{сл.}$ – глубина траншеи, м; m_M – коэффициент мгновенного заложения откоса (зависит от свойств грунта) и скорости перемещения всасывающего наконечника [1]).

Таким образом, скорость линейного перемещения зева всасывающего наконечника, при которой сохраняется условие равенства объемов:

$$V_{лин.} = \frac{Q_{гр.уст.}}{S_{тр.}} = \frac{Q_{гр.уст.}}{h_{сл.}^2 \cdot m_M + h_{сл.} \cdot w_{нак.}}. \quad (8)$$

На основе обобщения результатов математического эксперимента [2] по модели № 1 и модели № 3 созданы диаграммы зависимости линейной скорости перемещения землесоса по станковому канату от глубины грунтозабора и толщины снимаемого слоя грунта.

Представленный на рис. 6 вариант диаграммы предусматривает работу ГНУ на номинальных оборотах двигателя, обеспечение критического режима и исключение непроработки прорези по глубине.

Семейство кривых для различных глубин грунтозабора определяет зависимость допустимой скорости переме-

щения по станковому канату от толщины снимаемого слоя грунта.

Для определения этой скорости:

– на оси абсцисс диаграммы откладываем толщину снимаемого слоя;

– по ординате на соответствующей кривой глубины разработки находим искомую скорость движения по станковому канату.

Разработанные математические модели режимов ГНУ позволяют управлять землесосом по показаниям стандартных КИП с обеспечением либо максимально возможной производительности, либо минимальных удельных энергозатрат. Кроме того, появилась возможность расчета элементов всасывающих устройств и технологических параметров работы землесосов, обеспечивающих оптимальную работу землесосов в любых грунтовых и технологических условиях.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Стариков А.С. Технологические процессы земснарядов. М.: Транспорт, 1989.
2. Гетьман Д.И. Определение конструктивных параметров всасывающего наконечника грунтонасосной установки с использованием математической модели. Сборник «Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем», вып. 10., стр. 156. М.: Издательство «Янус-К», 2007.

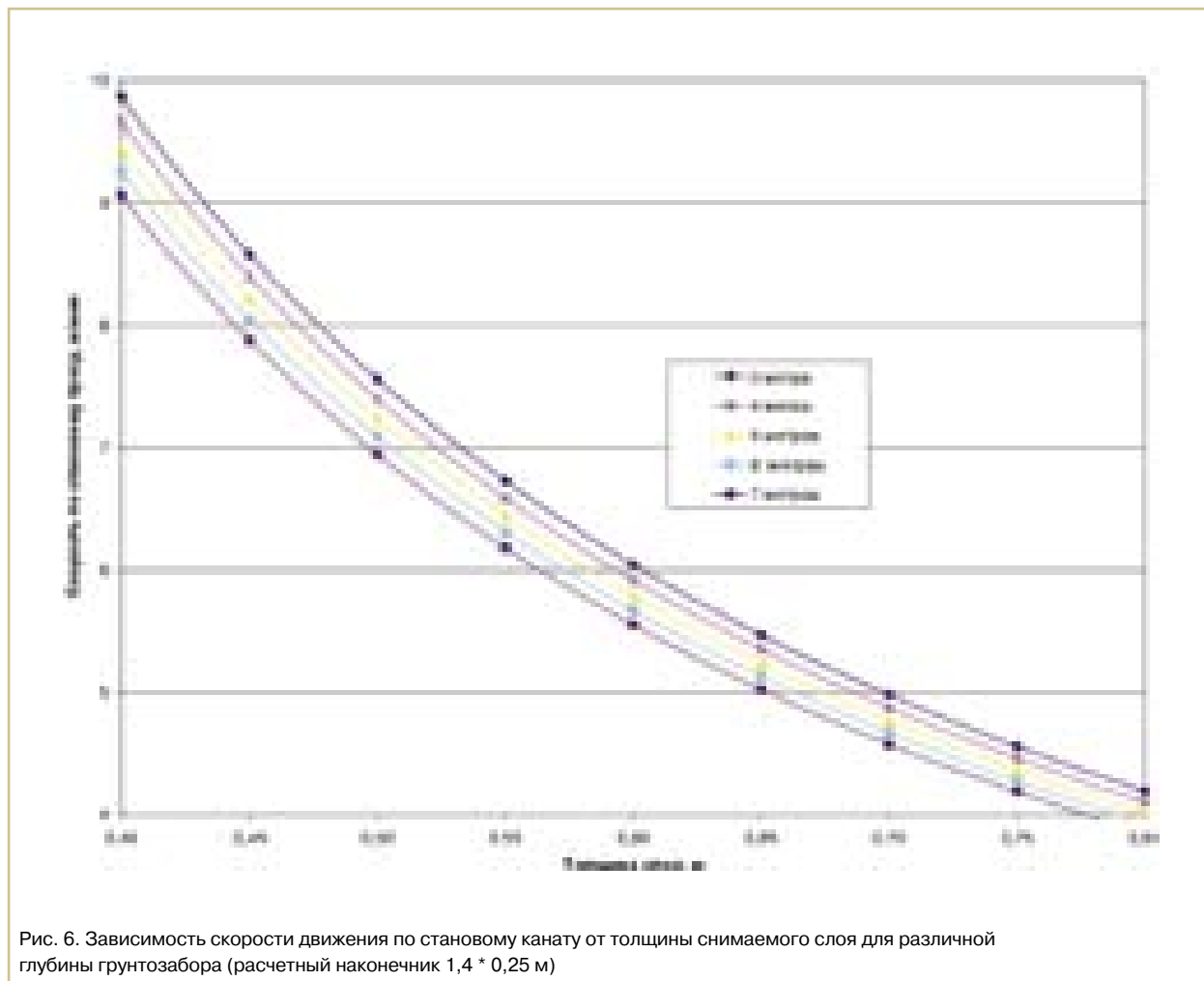


Рис. 6. Зависимость скорости движения по станковому канату от толщины снимаемого слоя для различной глубины грунтозабора (расчетный наконечник 1,4 * 0,25 м)

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Предложение по совершенствованию элементов системы «ленточный конвейер – перегружатель»

АВТОР: Е.В. РАЧКОВ, кандидат технических наук, доцент

При работе поточно-транспортной системы «ленточный конвейер – перегружатель (штабелеукладчик, судозагрузочная машина и т. п.)», используемой в портовых и других транспортных терминалах на перегрузке насыпных грузов, передача груза с горизонтального магистрального ленточного конвейера (1) (рис. 1а) на последующее транспортное звено перегружателя (4) осуществляется с помощью барабанного разгрузателя (2) конвейера. В зависимости от конструктивных особенностей перегружателя необходимая высота H подъема груза разгрузателем в зоне его передачи на перегружатель обычно составляет 6–12 м от уровня верхней ветви ленточного конвейера. Значительная высота подъема груза разгрузателем вызывает существенное увеличение натяжения конвейерной ленты, что приводит к ее утяжелению и удорожанию, к увеличению диаметров барабанов и мощности приводов магистрального ленточного конвейера и механизма передвижения перегружателя, за счет которого перемещается разгрузатель.

К специфической особенности работы ленточного конвейера в рассматриваемой системе следует также отнести изменение длины транспортирования им груза при совместном технологическом передвижении разгрузателя и перегружателя на расстояние L_2 вдоль штабеля или судна. Это приводит к изменению сопротивления движению конвейерной ленты и соответственно необходимого тягового усилия на приводном барабане конвейера, изменению максимального и среднего натяжения ленты. При конечном грузовом натяжном устройстве, которое обычно используется в этих конвейерах, сбегующее усилие $S_{сб}$ в точке 1 (рис. 1а) ленты остается неизменным, поэтому при перемещении разгрузателя из крайнего правого положения в крайнее левое снижение необходимого тягового усилия на приводе:

$$P = S_{сб} (e^{\mu\alpha_{ск}} - 1) \quad (1)$$

происходит за счет изменения тягового фактора $e^{\mu\alpha_{ск}}$, а точнее, за счет уменьшения угла скольжения $\alpha_{ск}$ в пределах угла обхвата α . Здесь $\mu = \text{const}$ – коэффициент трения между лентой и приводным барабаном. В этом случае нагружение ленты в пределах хода L_2 разгрузателя значительно превосходит рациональное, что приводит к существенному снижению срока ее эксплуатации, транспортирование происходит при повышенных удельных энергозатратах.

В целях снижения общей нагруженности магистрального ленточного конвейера аналогичных поточно-транспортных систем в зарубежной практике последних лет в узле передачи груза используют двухступенчатую схему (рис. 1б), состоящую из барабанного разгрузателя (2) с минимизированной высотой подъема груза H_1 и промежуточного наклонного ленточного конвейера (3), принимающего груз с разгрузателя и передающего его на последующее транспортное звено перегружателя (4). Наличие промежуточного конвейера, поднимающего груз на высоту $H - H_1 + \Delta H$, снимает с магист-

рального конвейера и механизма передвижения перегружателя нагрузку, адекватную подъему груза на высоту $H - H_1$. Здесь ΔH – высота, необходимая для передачи груза с разгрузателя на промежуточный конвейер.

Дальнейшее совершенствование элементов узла передачи груза возможно при использовании на промежуточном конвейере специальной ленты [1], позволяющей вести транспортирование при повышенных углах наклона β_2 . Так, при $\beta_2 = 35^\circ$ общая длина узла передачи груза $L_5 + L_6$ по сравнению с длиной L_3 (рис. 1а) традиционной одноступенчатой схемы сокращается на 35–40%, что, помимо материалоемкости, также снижает затраты мощности на передвижение узла передачи груза. Кроме того, уменьшение параметра L_3 позволяет осуществлять функционирование системы с проектным ходом L_2 при меньшей длине L конвейера за счет уменьшения параметра L_4 или при сохранении проектной L увеличить рабочий ход L_2 .

В ходе тягового расчета магистрального ленточного конвейера проводят проверки натяжения ленты из условия допустимого ее провеса в точках минимального натяжения на нижней (точка 1) и верхней (точка 3) ветвях, а также в месте набегания на разгрузатель (точка 4). Численный анализ показывает, что в рассматриваемых схемах трассы из этих трех проверок определяющей является проверка натяжения ленты S_3 в точке 3, т.е.:

$$S_3 \geq |S_3|, \quad (2)$$

где $|S_3|$ – допускаемое минимальное натяжение ленты из условия ее провеса между роликкоопорами верхней грузовой ветви ленты [2].

Перед принятием решения о переходе на двухступенчатую схему передачи груза следует выполнить проверку (2), и если получаем $S_3 < |S_3|$, то использование такой схемы для данной транспортной системы следует исключить, т.к. эффект от снижения высоты подъема груза на разгрузателе в этом случае будет стремиться к нулю.

Из уравнения (1) следует, что рациональное нагружение конвейерной ленты при передвижении x разгрузателя в левое положение, сопровождающееся снижением необходимого тягового усилия P , можно обеспечить за счет соответствующего уменьшения усилия F на натяжном барабане (рис. 1). В этом случае тяговый фактор должен оставаться постоянным, равным максимальному рабочему тяговому фактору $e^{\mu\alpha_{ск}^{\max}} = \text{const}$, который можно найти из уравнения (1) при $P = P_{\max}$ – максимальном рабочем тяговом усилии и $S_{сб} = S_{сб}^{\max}$ – максимальном сбегующем натяжении ленты, соответствующем крайнему правому положению разгрузателя:

$$e^{\mu\alpha_{ск}^{\max}} = \frac{1}{K_{зс}} (e^{\mu\alpha} - 1 + K_{зс}), \quad (3)$$

где $K_{зс}$ – коэффициент запаса сцепления ленты и приводного барабана [2].

Условие обеспечения нормальной работы приводного барабана при $e^{\mu\alpha_{\text{ск}}} = \text{const}$ и меняющихся, в соответствии с движением x разгрузителя, текущих усилий S_H и $S_{\text{Сб}}$, получим из уравнения Эйлера с учетом формулы (3):

$$S_H = \frac{1}{K_{\text{зс}}} S_{\text{Сб}} (e^{\mu\alpha} - 1 + K_{\text{зс}}). \quad (4)$$

Из совместного решения уравнения (4) и уравнения, полученного при обходе по характерным точкам контура ленты конвейера с двухступенчатой схемой перегрузки [3], для определения текущего усилия в точке 9 при движении разгрузителя:

$$S_9 = S_H = c^3 S_{\text{Сб}} + c^3 \omega (q_A + q_{\text{пр}}) L + c^2 \omega (q_r + q_A + q_{\text{пр}}) (L - L_1 - L_5 - L_6 - x) + c^2 \omega (q_r + q_A + q_{\text{пр}}) L_5 + c^2 (q_r + q_A) H_1 + \omega (q_A + q_{\text{пр}}) (L_1 + 0,3L_5 + L_6 + x) \quad (5)$$

найдем функцию $S_{\text{Сб}}(x)$:

$$S_{\text{Сб}} = \frac{K_{\text{зс}} \omega c^2}{e^{\mu\alpha} - 1 + K_{\text{зс}} - c^3} (c(q_A + q_{\text{пр}}) L + (q_r + q_A + q_{\text{пр}}) (L - L_1 - L_6 - x) + \frac{q_r + q_A}{\omega} H_1 + \frac{q_r + q_A}{c^2} (L_1 + 0,3L_5 + L_6 + x)), \quad (6)$$

где c и ω – коэффициенты соответственно изменения натяжения ленты на криволинейном участке и сопротивления движению ленты на прямолинейном участке трассы; q_r , q_A , $q_{\text{пр}}$, $q_{\text{пр}}$ – линейные нагрузки от сил тяжести соответственно груза, ленты, вращающихся масс роликоопор грузовой и порожней ветвей ленты.

Имея функцию $S_{\text{Сб}}(x)$ (6), рациональное нагружение ленты при движении разгрузителя от $x=0$ до $x=L_2$ с двухступенчатой схемой передачи груза можно обеспечить изменением усилия F на натяжном барабане в соответствии с функцией $F(x)$:

$$F = S_2 + S_3 = (1+c)S_2 = (1+c)(S_{\text{Сб}} + \omega(q_A + q_{\text{пр}})L). \quad (7)$$

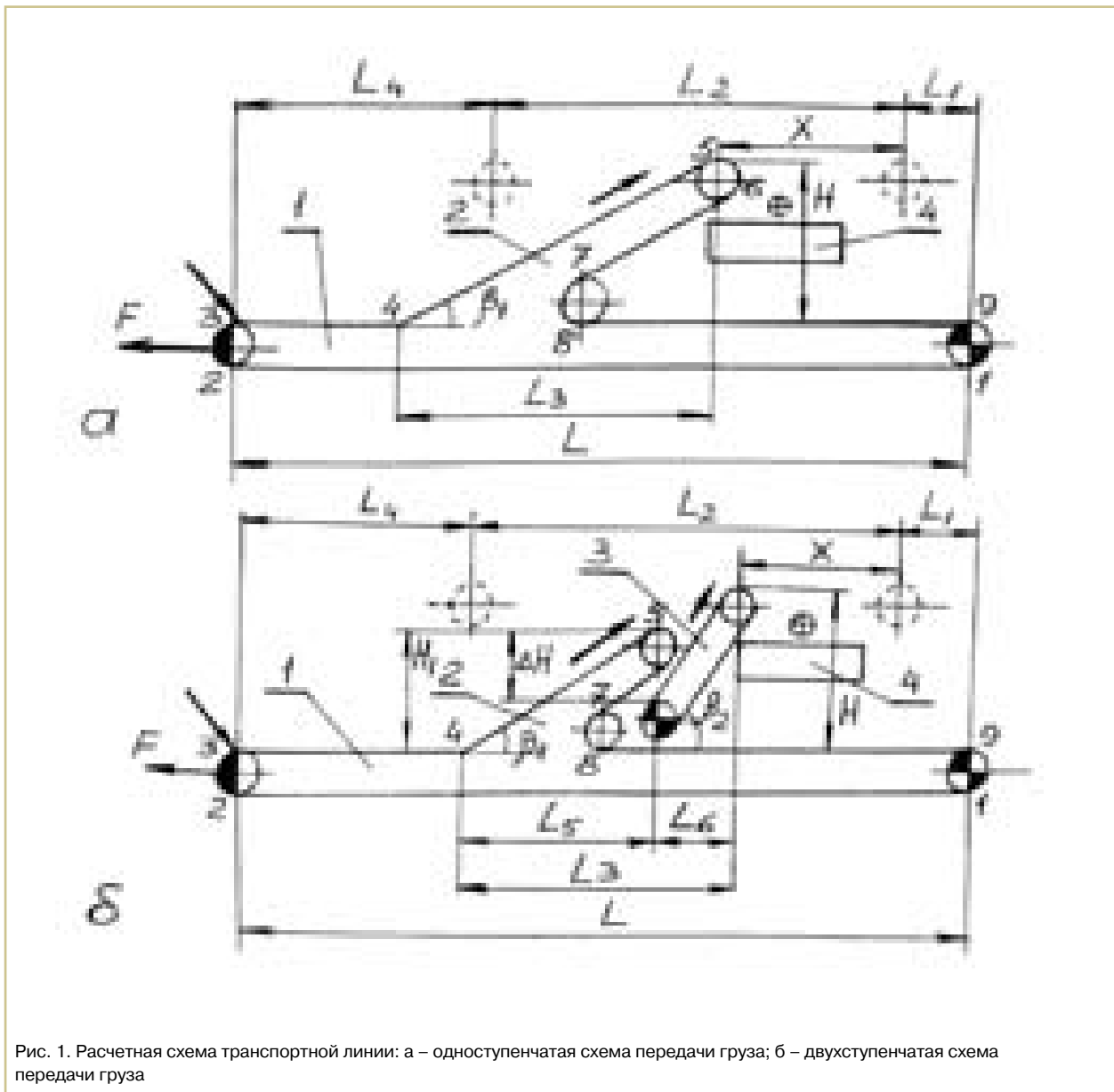


Рис. 1. Расчетная схема транспортной линии: а – одноступенчатая схема передачи груза; б – двухступенчатая схема передачи груза

Если, начиная с некоторого положения разгрузателя, характеризуемого параметром x , имеет место $S_3 \geq |S_3|$, то изменение усилия F при передвижении разгрузателя от $x=0$ до L_2 должно происходить от наибольшего $F = F_0$, определяемого по формулам (6), (7) при $x=0$, до усилия $F = F_x$, определяемого по тем же формулам для положения разгрузателя x , при котором $S_3 = |S_3|$. При дальнейшем передвижении разгрузателя от x до L_2 усилие на натяжном барабане должно оставаться неизменным $F = F_x = \text{const}$, что будет гарантировать выполнение условия (2).

Использование следящей системы, позволяющей изменять усилие F в соответствии с перемещением разгрузателя, характеризующимся текущим параметром x , позволяет значительно снизить среднее натяжение ленты и, следовательно, обеспечить ее эксплуатацию в течение более длительного периода с меньшими удельными энергозатратами и (принимая во внимание значительный удельный вес стоимости ленты в общей стоимости конвейера) получить соответствующие экономические преимущества.

В качестве иллюстрации сопоставления нагруженности ленты конвейера при использовании в узле передачи груза одно- или двухступенчатых схем, а на натяжном барабане постоянной или переменной силы F , на рис. 2 представлены диаграммы статических натяжений ленты конвейера производительностью 1000 т/ч, длиной 220 м и с ходом разгрузателя 190 м, перемещающего груз с насыпной плотностью 0,9 т/м³. Диаграммы 1 и 2 – соответственно для правого и левого (рис. 1) положений разгрузателя с высотой подъема

груза $H = 8$ м при одноступенчатой схеме и с постоянным натяжением F . Диаграмма 3 – для левого положения разгрузателя с теми же параметрами, но при переменном натяжении F .

Диаграммы 4 и 5 – соответственно для правого и левого положений разгрузателя с высотой подъема $H_1 = 2,5$ м при двухступенчатой схеме и с постоянным натяжением F . Диаграмма 6 – для левого положения разгрузателя с теми же параметрами, но при переменном натяжении F .

Выполнение проработки по совершенствованию элементов рассматриваемой поточно-транспортной системы позволяет оценить целесообразность использования рекомендуемых мероприятий и, в случае их реализации в узле передачи груза, получить снижение среднего натяжения ленты и увеличение срока ее эксплуатации, снижение общей нагруженности элементов магистрального ленточного конвейера и снижение его массы и стоимости, уменьшение длины конвейера и узла передачи груза, сокращение удельных энергозатрат системы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Конвейеры. Справочник под ред. Ю.А. Пертена. – Л.: Машиностроение, 1984 – 367 с.
2. Руководящий технический материал 2409304 – 80. Основные требования к проектированию ленточных конвейеров общего назначения. – М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1982 – 142 с.
3. А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. Транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1983 – 487 с.

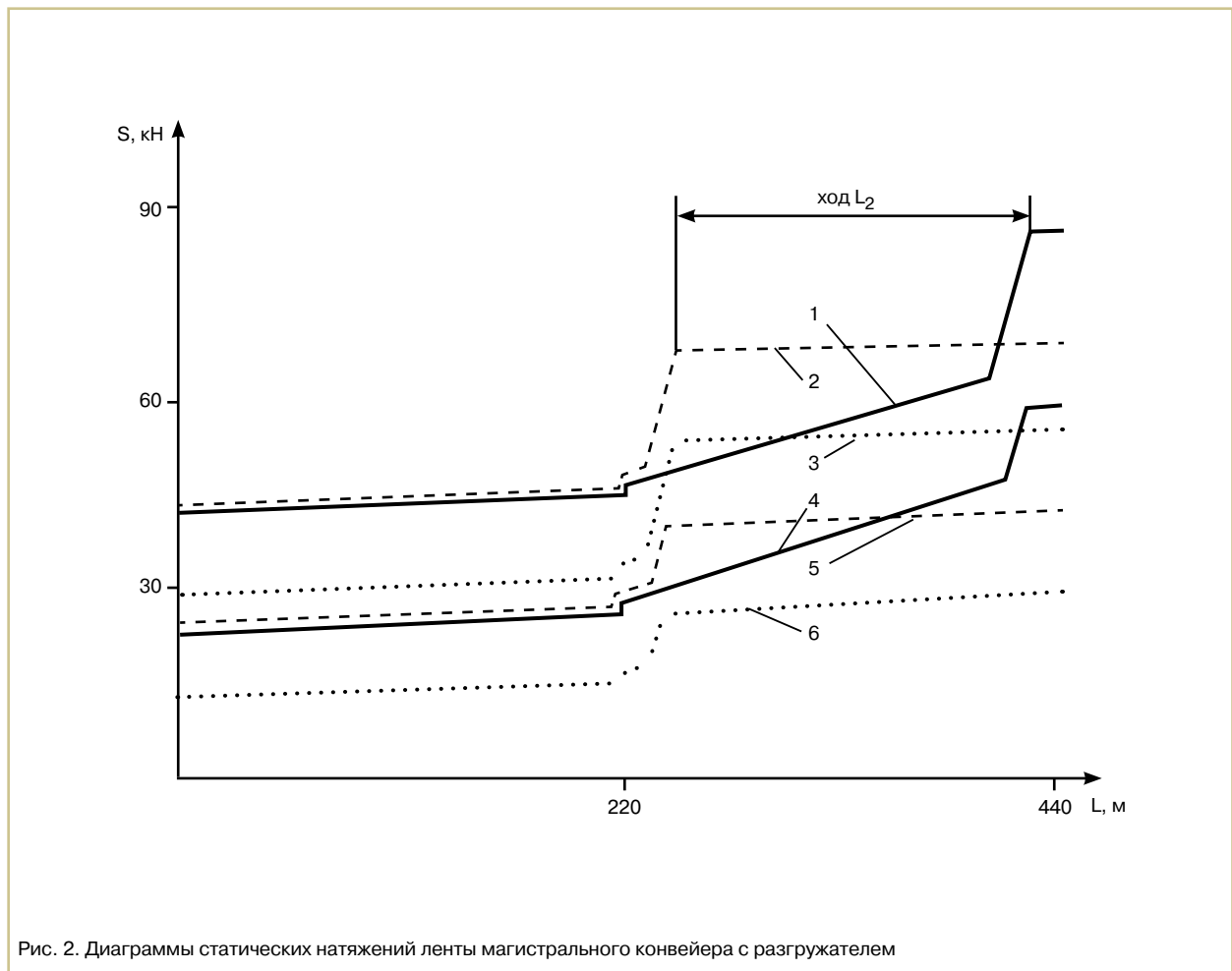


Рис. 2. Диаграммы статических натяжений ленты магистрального конвейера с разгрузателем

УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Краткий анализ развития международных транспортных связей в дореволюционной России

АВТОР: Д. В. РУДОМЕТКИНА, аспирант

Материал данной статьи будет полезен в качестве основы для дальнейшего исследования проекта строительства канала «Евразия» и модернизации Волго-Донского судоходного канала, определения особенностей водно-транспортной инфраструктуры, оценки условий судоходства, а также прогноза грузопотоков по водным коридорам.

В Транспортной стратегии России обустройству международных коридоров отдается приоритет, причем ключевое место среди них занимает именно Север – Юг. Ведь он единственный, формируемый на основе международных соглашений, ратифицированных всеми странами-участниками, заинтересованными в его постройке.

Осуществление проекта такого масштаба требует согласования российских и международных стандартов. И сейчас этот процесс получил дополнительные стимулы: в России стремятся к тому, чтобы все транспортники мира общались на одном языке. Или, по крайней мере, внутренние стандарты должны конвертироваться в международные.

Кроме того, для наполнения грузопотоками коридора Север – Юг необходимо наладить эффективное взаимодействие между владельцами грузов и экспедиторами как в России, так и зарубежом. А это, очевидно, невозможно сделать без освоения современных технологий грузоперевозок и их информационного сопровождения, обязательно создания соответствующих условий на государственном уровне.

В Министерстве транспорта РФ считают, что самое слабое место проекта – южное направление. В настоящее время уточняются планы укрепления системы транскаспийских маршрутов, где одно из ведущих мест занимает Астраханский транспортный узел.

Характеризуя развитие транспортных связей, нельзя не сказать о речных путях.

Речной транспорт всегда имел для России исключительное значение. В Древней Руси основными путями сообщения являлись реки и озера. Их роль становится понятной при рассмотрении карты европейской части страны: бескрайняя равнина, лишь в середине приподнятая Валдайской возвышенностью (иногда ее называют Волжской). Здесь берут начало многие реки, впадающие в Каспийское, Черное, Балтийское и Белое моря. На юго-восток в Каспийское море несет свои воды Волга, на юг – Днепр, к Балтийскому морю – Западная Двина. С Балтийским морем через систему рек и озер связаны Ловать и Мета, впадающие в озеро Ильмень, на север к Белому морю спускается река Сухона, впадающая в Северную Двину. Этими путями наши предки издавна перевозили грузы.

От Балтийского моря к Черному пробирались по водам Невы, Волхова, Ловати, Десны и Днепра. Этот торговый путь издавна известен как путь «из варяг в греки».

С Днепра был возможен переход на другой торговый путь Восточной Руси – Волгу: волоком с верховьев Днепра на верховья Волги и с Днепра на Угру (приток Оки) и по Оке – на Волгу. Верхняя Волга и Ока были основными транспортными

магистралями Владимирского, Суздальского, Рязанского княжеств. А с расширением и укреплением Московского государства в XVI веке и завоеванием Казани в 1552 году и Астрахани в 1556 году Волга получает значение главного торгового пути и служит общеевропейской дорогой Восток – Запад, открывшей возможность торговли между странами Европы и Азии.

В 1553 году в устье Северной Двины появились английские корабли, и, таким образом, был открыт новый морской путь на запад.

В XVI веке установились торговые связи Московского государства со странами Европы по новому водному пути через Северную Двину и ее притоки. Этот путь до начала XVIII века проходил от г. Вологды по рекам Вологде, Сухоне и Северной Двине. В устье Северной Двины был создан крупный торговый центр и морской порт Архангельск. Грузы из Москвы до Вологды доставлялись по суше гужевым транспортом.

В конце XVI века началось активное освоение бескрайних просторов Сибири. Оно шло по рекам Урала с перетаскиванием судов в верховьях на р. Туру, приток Тобола, и далее, по Тоболу, Иртышу, Оби. Путь проходил через города Верхотурье, Туринск, Тюмень, Тобольск, Сургут, Нарым и другие, имевшие тогда большое транспортное и торговое значение по доставке грузов в Сибирь и обратно.

История водных путей сообщения севера, северо-востока и северо-запада в XVI и XVII веках была связана с объединением русских земель и превращением Москвы в политический, экономический и культурный центр.

Выход к Балтийскому морю и перенос столицы из Москвы к берегам Финского залива потребовали улучшения водных путей от Волги до Балтики с таким расчетом, чтобы суда следовали без перевалки грузов в верховьях рек. В 1703–1709 годах была сооружена Вышневолоцкая шлюзованная система, соединившая Волгу с Невой через реки Тверцу, Цну, Мету, оз. Ильмень, р. Волхов и озеро Ладожское.

В 1810 году было открыто движение судов по новой трассе Шексна – Ковжа – Вытегра. Эта система была

Внешнеторговые обороты России в XVII – XVIII вв. (тыс. руб.)

Годы	Обороты	Индекс, отн. ед.
1604	1,359	1
1642	2,536	1,9
1653	3,833	2,8
1690	2,567	1,9
1726	6,364	4,7 (1,0)
1745	9,148	6,7 (1,4)
1755	14,824	10,9 (2,3)
1765	22,299	16,4 (3,5)
1775	31,026	22,8 (4,9)
1785	39,821	29,3 (6,2)
1796	109,519	80,6 (17,2)
1801	119,503	87,9 (18,8)

Источник: [1]

названа Мариинской, а в 1811 году по трассе Молога – Тихвинка началось движение по второй системе, названной Тихвинской. Эти две водные системы позволили пропускать суда значительно большей грузоподъемности. Так, по Мариинской системе первоначально проходили суда грузоподъемностью 150 т, а впоследствии, после проведенных дополнительных работ, – до 300 т.

Развитие внутренней торговли потребовало создания новых водных путей сообщения.

В 1828 году был сооружен Северо-Двинский водный путь, соединивший р. Шексну с р. Сухоной через Кубинское озеро, который сыграл большую роль в развитии экономики севера. Важное значение для освоения экономики западных районов Белоруссии и Полесья имел построенный в 1840 году канал, соединивший р. Припять с Западным Бугом (приток р. Вислы).

Для устойчивого судоходства на верхней Волге в 1840 году была построена плотина «бейшлот», образовавшая водохранилище до 400 млн. м³, попуски воды из которого обеспечивали более устойчивые глубины на участке от г. Твери до г. Рыбинска. Возведение этого сооружения явилось большим достижением русского гидротехнического строительства.

В середине XIX века появились новые требования к транспорту. Изобретение паровой машины в 1807 году позволило создать новые типы судов – пароходы.

Первый в России пароход «Елизавета» был построен в 1815 году К. Бердом, владельцем механических заводов в Петербурге. Корпус судна представлял собой деревянную баржу длиной 18 м, шириной 4,6 м, с осадкой 0,6 м. На нем были установлены паровой котел и вертикальная паровая машина, приводившая в движение бортовые колеса с деревянными лопастями. Этот пароход первым в стране работал на регулярной пассажирской линии Петербург – Кронштадт [1].

В то же время на р. Каме владельцем Пожевского железнодорожного завода В.А. Всеволожским в 1817 году было построено два буксирных парохода (и в 1841 году еще один пароход). Но интенсивное развитие парового судоходства началось в России позднее, в 1843 году, когда было основано первое пароходное общество («По Волге»), заказавшее за границей более мощный и современный флот.

С пуском в эксплуатацию в 1846 году мощных по тому времени судов, оказавшихся более экономичными, началось быстрое развитие парового судоходства не только на Волге, но и на других реках России.

В последней четверти XIX столетия были построены Москворецкая шлюзованная система (1874-1877 годы) и канал между Обью и Енисеем (1883-1893 годы), способный пропускать суда грузоподъемностью до 100 т (правда, перевозки по нему прекратились с момента окончания строительства Сибирской железнодорожной магистрали).

В конце XIX века в связи с началом добычи бакинской нефти и необходимостью ее транспортировки по Волге, ростом сельского хозяйства Поволжья и потребностью в перевозке зерна, муки, соли, лесных и других грузов речному транспорту стали уделять больше внимания. В этот период был достигнут значительный технический прогресс в речном судостроении. Появились такие отечественные судостроительные заводы, как Сормовский, Коломенский, Ижорский, Пермский, заводы Нобеля и др.

На отечественных предприятиях уже строились нефтеналивные баржи грузоподъемностью до 10 тыс. т (не имевшие себе равных в мировой практике), а также танкеры с паровыми силовыми установками. Впервые начала применяться и быстро внедряться в России, а затем в зарубежной практике перевозка нефтегрузов наливом в судах.

К 1913 году страна располагала крупным речным флотом в составе 4600 самоходных судов суммарной мощностью около 1 млн. л. с. и более 24 тыс. барж общей грузоподъемностью 13,5 млн. т. Речной флот России в 1913 году перевез 35 млн. т грузов, общий грузооборот его составил 28,8 млрд. т-км, в том числе: лесные грузы – 57%, зерновые – 11,2%, соль – 2,2%, нефтепродукты – 12%, прочие грузы – 17,6%.

Важнейшим достижением, имевшим исключительно большое значение для развития транспорта, межконтинентальных транспортных связей, стало строительство Транссибирской магистрали. И как показывает весь ход российской и советской истории, она не только играет роль мощнейшей транспортной артерии, но и несет огромную политическую нагрузку. Историки не зря утверждают, что Транссиб – это стальной хребет России, к нему привязаны российские регионы, он является важнейшим интегрирующим звеном экономики и социальной жизни нашего государства.

Стоит отметить, что сооружение Транссибирской магистрали осуществлялось в крайне суровых природно-климатических условиях. Почти на всем протяжении трасса прокладывалась по малозаселенной или безлюдной местности, в непроходимой тайге. Она пересекала могучие сибирские реки, многочисленные озера, районы повышенной заболоченности и вечной мерзлоты (от Куэнги до Бочкарево, ныне Белогорск). Строительство магистрали потребовало огромных средств. По предварительным расчетам Комитета по сооружению Сибирской железной дороги, ее стоимость определялась в 350 млн. руб. золотом, поэтому, в целях ускорения и удешевления строительства, в 1891-1892 годах для Уссурийской линии и Западно-Сибирской линии (от Челябинска до р. Обь) за основу взяли упрощенные технические условия. В результате предусматривалось капитальное строительство только больших железнодорожных мостов, а средние и малые мосты предполагалось возводить деревянными. Расстояние между станциями допускалось до 50 верст, путевые здания строились на деревянных столбах.

По темпам сооружения (в течение 12 лет), по протяженности (7,5 тыс. км), трудностям строительства и объемам выполненных работ Великий сибирский путь не знал себе равных во всем мире. В условиях почти полного бездорожья на доставку необходимых строительных материалов – а фактически приходилось завозить все, кроме леса, – затрачивалось много времени и средств. Почти все работы производились вручную, орудия труда были самые примитивные – топор, пила, лопата, кайло и тачка. Несмотря на это, ежегодно прокладывалось около 500-600 км железнодорожного пути. Таких темпов история еще не знала.

В данной статье были рассмотрены основные этапы формирования водно-транспортной системы дореволюционной России, ее географические, экономические и политические составляющие. В настоящее время водный транспорт по-прежнему занимает одну из лидирующих позиций по перевозке грузов как внутри России, так и за ее пределами. Водно-транспортная сеть постоянно обновляется и расширяется. Для повышения качества грузоперевозок проводятся работы по сближению российских и международных стандартов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Рубинштейн Н.Л. «Внешняя торговля России и русское купечество во 2-й половине XVIII в.» // Исторические записки, Москва, 1955.
2. Буганов В.И., Зырянов П.Н. «История России. Конец XVII–XIX век» – М.: Просвещение, 2003.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций (СПГУВК)

ТЕМА: Методы повышения эффективности работы портов в рамках международных транспортных коридоров

АВТОРЫ: Анатолий НЫРКОВ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Комплексное обеспечение информационной безопасности» (КОИБ); Татьяна ДМИТРИЕВА, старший преподаватель; Сергей СОКОЛОВ, ассистент, аспирант кафедры КОИБ

ВВЕДЕНИЕ

Рыночные отношения предъявляют к речному транспорту жесткие требования по ускорению доставки грузов и пассажиров при наименьших затратах на транспортировку, снижению транспортной составляющей в себестоимости продукции, повышению качества и надежности перевозок.

Современные тенденции развития рынка транспортных услуг вынуждают различные виды транспорта переходить от прямой жесткой конкуренции между собой к более глубокому взаимовыгодному сотрудничеству в рамках интермодальных перевозок. Развитие таких перевозок в России тесно связано с положением на общеевропейском рынке товаров и транспортных услуг.

Существенная роль в интеграционных процессах отводится созданию условий для свободного предоставления услуг по международным перевозкам река–море. Речной транспорт обеспечивает реализацию транзитного потенциала России в рамках международных транспортных коридоров. Интеграционные процессы, происходящие в мире, напрямую затрагивают интересы Российской Федерации, которая, по Соглашению о партнерстве и сотрудничестве с ЕС, взяла на себя определенные обязательства по открытию ВВП для международного судоходства.

Транспортные коридоры являются элементами международной логистической структуры и предназначены для достижения большей эффективности транспортного процесса, что обеспечивается применением новейших достижений в технике, технологии организации перевозочного и перегрузочного процесса, а также созданием благоприятных условий осуществления перевозок.

Являясь мощными полимагистралями, соответствующими требованиям международных стандартов, работающими по единым технологическим,

организационным, правовым нормам и условиям, транспортные коридоры позволяют добиться значительного снижения сроков и стоимости перевозок, повышения их качества и надежности.

Активная интеграция в систему международных транспортных коридоров создает дополнительные возможности для развития российской транспортной системы и дальнейшего совершенствования ее производственной, информационной и технологической инфраструктуры.

Единая технология перевозки грузов в транспортных коридорах предполагает непрерывность транспортного процесса с минимизацией (ликвидацией) сбойных ситуаций, прежде всего, в перегрузочных пунктах (распределительных центрах) и, в том числе, в речных портах. Такая система требует: оптимизации выбора распределительных центров, определения оптимального плана перевозок, детальных расчетов типов и количества транспортных средств, перегрузочной техники и других ресурсов, а также согласования разных технологий работ каждого вида транспорта, координации работы средств магистрального транспорта и грузовладельцев в пунктах перевалки.

Все эти задачи решаются с применением методов «физического» распределения грузов, логистики и экономико-математического моделирования. Однако, помимо традиционных экономико-математических методов, для расчета эффективности подобных систем возможно применение математического аппарата теории массового обслуживания, а также алгоритмов дискретной математики.

ВВП КАК МНОГОФАЗНЫЕ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Рассмотрим речную систему, включающую начальный, конечный и промежуточные перевалочные пункты,

соединенные речными артериями, каналами и шлюзами. С точки зрения теории массового обслуживания, подобную систему (или менее сложную) можно рассмотреть как совокупность систем массового обслуживания (СМО) с ожиданием, последовательно соединенных друг с другом так, что поток обслуженных заявок (судов), выходящий из одной системы, является потоком, входящим в следующую систему. Такое соединение систем носит название многофазной СМО с ожиданием. Каждая составляющая системы называется фазой. Входящим потоком заявок для многофазной СМО является поток, входящий в первую фазу, выходящим потоком – поток, выходящий из последней фазы (рис.).

Для систем многофазного обслуживания характерно распределение совокупности каналов обслуживания на несколько групп (узлы обслуживания). На внутренних водных путях в качестве узлов можно рассматривать не только перевалочные пункты (речные порты), но и шлюзы.

Допустим, что входящий поток судов близок к простейшему, а время обслуживания на каждой фазе распределено по произвольному закону с математическим ожиданием $\bar{t}_{обс}$ и средним квадратическим отклонением σ_t . Интенсивность потока обслуженных судов в этом случае $\mu = 1/\bar{t}_{обс}$.

Пусть в системе имеется k фаз обслуживания. В систему поступает простейший поток судов с интенсивностью λ . В результате обработки заявок на первой фазе (например, погрузки в начальном перевалочном пункте) узел обслуживания (речной или морской порт) формирует поток обслуженных заявок с интенсивностью $\mu_1 = 1/\bar{t}_{обс,1}$. Этот поток является входящим для второй фазы системы (например, прохождения шлюза № 1). В результате работы второго узла каналов обслуживания формируется поток обслуженных заявок с интенсивностью $\mu_2 = 1/\bar{t}_{обс,2}$, который является

входящим для третьей фазы, и т.д. После того как заявки прошли обработку k -го узла обслуживания, систему покидает поток обслуженных заявок с интенсивностью $\mu_k = 1/\bar{t}_{обс,k}$.

Все потоки в системе являются простейшими, а значит – без последствия. Поэтому всю систему можно рассматривать как состоящую из k подсистем. Каждой подсистеме будет соответствовать своя приведенная интенсивность потока заявок: $\alpha_1 = \lambda/\mu_1$, $\alpha_2 = \mu_1/\mu_2$, ..., $\alpha_k = \mu_{k-1}/\mu_k$.

$$\alpha_1 = \lambda/\mu_1, \alpha_2 = \mu_1/\mu_2, \dots, \alpha_k = \mu_{k-1}/\mu_k$$

Установившийся режим работы системы будет возможен при условиях $\alpha_i < 1$, где $i=1, 2, \dots, k$.

Рассмотрим один из важнейших показателей эффективности работы системы: среднее время ожидания заявкой обслуживания – $\bar{t}_{ож}$. Согласно формуле Полячека–Хинчина

$$\bar{t}_{ож} = \frac{\alpha^2(1+v^2)}{2\lambda(1-\alpha)},$$

где α – приведенная интенсивность потока заявок, λ – интенсивность входящего потока заявок, $v = \sigma_t/\bar{t}_{обс}$ – коэффициент вариации времени обслуживания.

Если рассматривать каждую фазу обслуживания как отдельную систему, независимую от других, то общее время ожидания равно сумме продолжительностей ожидания на каждом перевалочном пункте:

$$\bar{t}_{ож} = \sum_{i=1}^k \bar{t}_{ож,i}$$

Если рассматривать транспортный водный коридор как единую многофазную систему, то при вычислении $\bar{t}_{ож}$ необходимо учитывать коэффициент фазности:

$$f = \frac{k_{\phi} + 1}{2k_{\phi}},$$

где k_{ϕ} – число фаз в системе.

С увеличением количества фаз коэффициент фазности снижается, асимптотически приближаясь к 0,5. Физический смысл этого утверждения заключается в том, что общее время ожидания обслуживания при нескольких фазах обслуживания за счет коэффициента f будет меньше, чем сумма продолжительности ожидания отдельно по каждому виду операций обслуживания, т.е.

$$\bar{t}_{ож} = f \cdot \bar{t}_{ож} = f \cdot \sum_{i=1}^k \bar{t}_{ож,i} < \bar{t}_{ож}$$

Объясняется это тем, что по мере перехода от одной фазы к другой поток судов становится все более упорядо-

ченным. Процесс поступления партий груза на обслуживание постепенно теряет свой стохастический характер, становится плановым.

Таким образом, рассматривая речную транспортную систему как многофазную СМО, удастся получить более естественные показатели эффективности ее функционирования. Такой подход позволяет выгоднее планировать распределение мощностей на узловых участках транспортного коридора.

АЛГОРИТМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Практически во всех портах наблюдается дефицит складских площадей, поэтому эффективное их использование сулит немалые выгоды для перегрузочных комплексов. Эта проблема связана с решением задачи рационального распределения грузов на складских площадях порта, а также сокращения сроков хранения грузов в порту. При этом решение проблем размещения грузов применимо не только для складских операций. Аналогичные процедуры могут быть применены, в частности, для задач рационального комплектования грузов при каропла- нировании.

В общем виде задачу оптимального размещения грузов можно описать следующим образом:

- есть $N = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ грузов, различных или одинаковых по форме, габаритам и физическим характеристикам (масса, плотность и другие);
- имеется $M = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ объемов, предоставленных под размещение грузов;
- задан набор параметров и ограничений, накладываемых на процесс размещения.

Возможны два типа задач:

1. Разместить в M максимально возможное количество груза из N .
2. Разместить весь груз из N в M , занимая как можно меньше пространства M .

Обе задачи относятся к NP – полным задачам, для которых не существует единого алгоритма решения. При этом частные виды этих задач решают с помощью различного вида алгоритмов, пригодных лишь для конкретных задач. В большинстве это – эвристические алгоритмы. Рассмотрим частный вид задачи размещения.

Исходные данные:

1. Имеется K бункеров судна – $D = \{d_1, d_2, \dots, d_K\}$ (прямоугольные параллелепипеды), заданных своими линейными размерами: H_1, H_2, \dots, H_K –

их высота, A_1, A_2, \dots, A_K – длина, B_1, B_2, \dots, B_K – ширина.

2. Типы контейнеров (частный случай – три типа): h_1, h_2, h_3 – высота первого, второго, третьего типа (соответственно), a_1, a_2, a_3 – длина контейнеров, b_1, b_2, b_3 – ширина контейнеров. Контейнеры также являются прямоугольными параллелепипедами.

3. $N = \bigcup_{i=1, n} n_i$ – множество всех контейнеров, предполагаемых под погрузку.

$$n_1 = \{l_{11}, l_{12}, \dots, l_{1x}\}, n_2 = \{l_{21}, l_{22}, \dots, l_{2y}\},$$

$$n_3 = \{l_{31}, l_{32}, \dots, l_{3z}\}, -$$

множества, состоящие из контейнеров каждого из трех типов. $U = x + y + z$ – общее количество контейнеров. C_i – множество, отражающее ценность контейнеров i -го типа, предполагаемых под погрузку.

4. $W = \{m_1, m_2, \dots, m_U\}$ – массы контейнеров, предполагаемых под погрузку.

$$M = \sum_{i=1}^U m_i -$$

общая масса контейнеров.

5. P – максимально допустимая масса груза для данного типа судна.

6. O – выраженная в тоннах величина возможного отклонения сумм весов грузов, расположенных на противоположных сторонах судна (по факту данная величина отражает максимально допустимую массу балласта, призванного обеспечить остойчивость судна).

7. $Q = \{s_1, s_2, \dots, s_U\}$ – дополнительное (не обязательное, но желательное) множество, содержащее последовательность контейнеров, предполагаемых под погрузку, отсортированное в порядке убывания значимости груза в контейнере.

Правила размещения и требования комплектования:

1. Возможно ставить друг на друга только контейнеры одного типа. Общая масса контейнеров, предполагаемых под погрузку, не должна быть больше максимальной допустимой массы груза для данного типа судна,

$$V = \{m_1, m_2, \dots, m_U\} -$$

массы контейнеров, предлагаемых для погрузки в результате решения задачи.

2. Стороны контейнеров должны быть параллельны сторонам бункера.

3. Величина возможной разности масс грузов, расположенных на противоположных сторонах судна, должна соответствовать рекомендуемой величине, согласно технической документации на судно.

Для рационального размещения груза внутри заданного пространства K

учетом устойчивости разбиваем множество контейнеров на четыре подмножества: F_1, F_2, F_3, F_4 . Эти подмножества представляют собой контейнеры, предполагаемые под погрузку в бункеры четырех частей судна, получаемых при разбиении судна продольным и поперечным образом. Если какой-нибудь бункер расположен на линии разбиения, то, образно выражаясь, разбиваем его на две или четыре (в случае центрального бункера) области и рассматриваем далее как два (или четыре) отдельных бункера, а затем объединяем при выводе решения. Разность масс между четырьмя новыми множествами контейнеров должна удовлетворять требованиям эффективности в области устойчивости судна.

Далее для каждого бункера определяем отношение его к тому или иному множеству контейнеров F_t . Для этого F_t разбиваем на множество стопок $E_t = \{St_1, St_2, \dots, St_d\}$ по H_i/h_j контейнеров в каждой, где i – номер текущего бункера, H_i – высота i -го бункера, j – номер текущего типа контейнеров, h_j – высота текущего типа контейнера. Стопка формируется из контейнеров одного типа, следующих в списке C_i в порядке убывания ценности. Ценность стопки определяется по сумме ценностей всех ее контейнеров.

Для поиска локального оптимума предлагается использовать генетический алгоритм с декодером «улучшенный левый нижний»:

1. Создать исходную популяцию из R особей. Каждая особь – T_b ($b=1 \dots R$) задается случайной перестановкой номеров стопок контейнеров из списка E_t .

2. Произвести скрещивание всех особей со случайным для каждой особи партнером, объединяя два множества стопок, полученных по результатам выполнения п.1: $Y = T_p \cup T_q$ ($p, q \in R$). Затем разбиваем получившееся множество на два (от двух родительских особей два потомка) и сохраняем всех потомков.

3. Вычислить значение приспособленности для каждой новой особи, включая потомство, с помощью процедуры декодирования: $f(Y) = \text{decoder}(Y)$.

4. Упорядочить значения приспособленностей по убыванию и оставить O лучших особей (параметр задается отдельно).

5. Применить оператор мутации к каждой особи с малой вероятностью μ .

6. Повторять п. 2–5 до тех пор, пока самое высокое значение функции приспособленности в популяции не перестанет меняться. Предусмотреть еще два способа завершения эволюции: если выполнено O поколений и принудительное завершение.

После применения генетического алгоритма получим схему размещения стопок внутри трюма. На данном этапе возможно определить ценность трюма, как сумму ценностей контейнерных стопок, располагаемых в нем.

Далее применяем генетический алгоритм до тех пор, пока не будут заполнены все трюмы или не будут погружены все контейнеры. На всех этапах требует корректировки также множество $Q = \{s_1, s_2, \dots, s_U\}$.

В результате применения генетического алгоритма и учитывая возможность несоблюдения последова-

тельного заполнения бункеров, согласно очередности в массиве бункеров $D = \{d_1, d_2, \dots, d_K\}$, получим дерево, вершин которого отражает ценность бункеров судна.

Проходя по дереву в поисках наиболее рационального решения, удовлетворяющего требованиям эффективности, применяя такие алгоритмы как «поиск с запретами», «имитация отжига», «муравьиный алгоритм», получим множество решений. Из полученных решений и следует делать выбор наиболее рационального, возможно, с пересмотром требований эффективности.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Алехин М.Ю. и др. Применение теории массового обслуживания для решения производственных задач. – Л.: ЛКИ, 1989.
2. Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М. Случайные процессы: Учебник для вузов/ Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 448 с.
3. Джейсуол Н. Очереди с приоритетами: перевод с англ. И.С. Нефедовой и В.С. Манусевича/ Под ред. В.В.Калашникова. – М.: Издательство «Мир», 1973. – 280 с.
4. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов/ Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман/ Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 407 с.
5. Перевозка экспортно-импортных грузов. Организация логистических систем. 2-е изд., доп. и перераб./ Под ред. А.В. Кириченко. – СПб.: Питер, 2004. – 506 с.: ил.

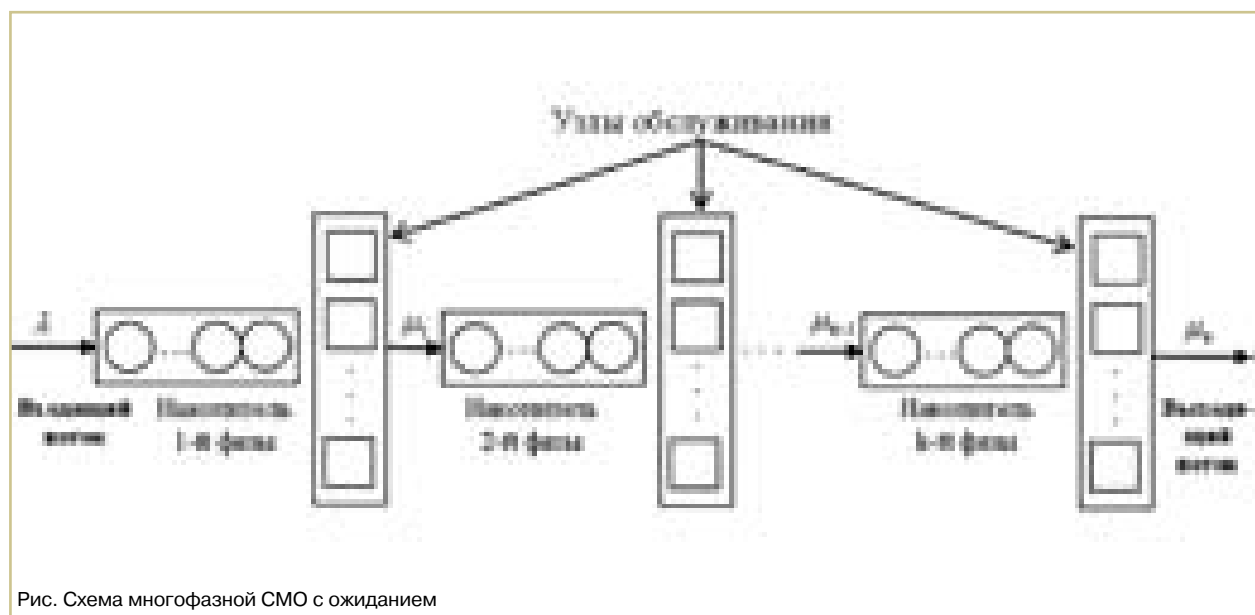


Рис. Схема многофазной СМО с ожиданием

УЧРЕЖДЕНИЕ: Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

ТЕМА: Снижение напряженно-деформированного состояния причальных набережных с помощью армирования грунта обратной засыпки

АВТОРЫ: Ю.И. БИК, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе НГАВТ; О.В. ПРИДАНОВА, научный сотрудник НГАВТ

Перспективы развития водного транспорта в районах Сибири и на Крайнем Севере связаны, прежде всего, с планами дальнейшего хозяйственного освоения этих регионов, недостаточным развитием в них других видов транспорта и с формированием таких транспортных коридоров, как Северный морской путь и Транссиб. Значительная часть строительных, минерально-сырьевых грузов, топливно-энергетических ресурсов, продовольственных товаров, товаров первой необходимости для жизнеобеспечения населения, в том числе и по программе северного завоза, поступает речным транспортом.

Одной из задач развития научного обеспечения реализации «Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года» является исследование, адаптация и освоение инновационных технологий строительства и реконструкции транспортной инфраструктуры. Поэтому восстановление и дальнейшее поддержание эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений, в том числе причальных набережных, является актуальной задачей, имеющей существенное значение для водного транспорта.

Также важными задачами современного этапа эксплуатации и строительства причальных сооружений в условиях северной климатической зоны в соответствии с Законом РФ «О безопасности гидротехнических сооружений» являются: внедрение современных конструкций и методик оценки эксплуатационного состояния сооружений, повышение надежности и безопасности, а следовательно, и долговечности их эксплуатации, и вследствие этого снижение риска аварийных ситуаций и эксплуатационных расходов.

Анализируя современное состояние портовых перегрузочных комплексов в районах Сибири и Крайнего Севера, в частности больверков, можно отметить, что большинство конструкций находится в ограниченно работоспособном состоянии, чему свидетельствуют недопустимые деформации, локальные повреждения, и как следствие, потеря несущей способности.

Как известно, напряженно-деформированное состояние больверков в наибольшей степени зависит от характера распорного давления грунта, действующего на сооружение. От правильности определения активного давления грунта на тонкие подпорные стенки зависят их эксплуатационная надежность и экономичность. Чем больше величина активного давления грунта, тем массивнее и прочнее должно быть сооружение, но тем оно и дороже.

Известные способы уменьшения активных нагрузок: частичная замена грунта, отсыпаемого за сооружением; устройство специальных платформ и консолей с тыловой стороны сооружения; установка специальных анкерных креплений в один или несколько рядов; искусственное закрепление грунта засыпки; создание разгружающих и экранирующих конструкций – обладают существенными недостатками и оказываются малоэффективными, так как в большинстве случаев их стоимость не оправдывается положительным эффектом.

Одним из более рациональных методов уменьшения напряженно-деформированного состояния конструкций в виде больверков является армирование грунта буронабивными золошлаковыми сваями. Золошлаковые материалы от сжигания некоторых видов топлива обладают свойством самостоятельно твердеть и могут применяться как самостоятельные вяжущие.

Как известно, активное давление грунта на стенку зависит от его плотности, определяемой количеством минеральных частиц, содержащихся в единице объема. Чем больше это количество, тем больше плотность грунта и тем меньше его сжимаемость под действием внешней нагрузки. Поэтому внедрение в грунт недостающего количества минеральных частиц возможно путем устройства буронабивных свай.

Потеря устойчивости подпорной стенки сопровождается смещением части засыпки в виде призмы обрушения ABC (рис. 1). Нарушение равновесия происходит по некоторой поверхности скольжения (при смещении подпорной стенки). Действующей на стенку силой является равнодействующая E_a от смещения призмы весом Q . Если же на стенку действует какой-то объем грунта, отличный от призмы обрушения ABC, в которой прямая AC наклонена под углом к горизонту, то давление на стенку от такого объема грунта будет отличаться от активного давления грунта, поскольку преграда MN отрезает от призмы обрушения определенную долю грунта.

Треугольник EBM также представляет собой призму обрушения, то есть долю грунта из общей призмы ABC, которая полностью подчиняется законам предельного равновесия. Оставшаяся часть призмы грунта AEMN представляет собой правильный параллелограмм, который оказывает на грань AE подпорной стенки равномерное давление. Так как набивная свая не имеет определенной жесткости, отсюда следует, что давление от такой сваи будет распределяться по вертикальной грани сваи S_i :

$$S_i = l_i \cdot d \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_M}{2} \right), \quad (1)$$

где l_i – длина сваи; d – диаметр сваи; φ_M – угол внутреннего трения материала, засыпаемого в скважину (тело сваи); i – порядковый номер разгружающей сваи.

Таким образом, высота участка стенки, на котором сказывается разгружающий эффект буронабивных свай, S_i , зависит от длины первой сваи и общего числа свай по ширине стенки.

Устраивая свайный ряд в призме обрушения на расстоянии межсвайного пространства от шпунтовой стенки, можно изменить распределение и соотношение сдвигающих и удерживающих сил следующим образом.

Разделим действие активного давления грунта на стенку от призмы обрушения на три силы: E'_a , ΔE_a и ΔE_{CB} .

Набивная свая подвергается активному воздействию грунта обратной засыпки. Это активное воздействие воспринимается обращенной к грунту вертикальной гранью сваи и определяется по формуле:

$$E'_a = \frac{[\gamma_r \cdot (2 \cdot l_i - S_i) + 2 \cdot q_p] \cdot S_i \cdot \lambda_r - \Delta \sigma_{i-1} \cdot S_i}{2}, \quad (2)$$

где λ_r – коэффициент активного давления грунта обратной засыпки; q_p – интенсивность вертикального давления грунта (с учетом равномерно распределенных нагрузок по территории причала); γ_r – удельный вес грунта; $\Delta \sigma_{i-1}$ – интенсивность горизонтальной составляющей дополнительного давления от пригрузки грунта в пределах длины вертикальной грани разгружающей i -той сваи.

Этому давлению противодействуют:

а) активное давление в теле набивной сваи, развивающееся по вертикали S_i ;

$$\Delta E_{cb} = (\gamma_m \cdot S_i + q_p) \cdot d \cdot \lambda_m, \quad (3)$$

где γ_m – удельный вес материала сваи;

б) сопротивление сдвигу части призмы межсвайного пространства весом ΔQ в виде силы трения, развивающейся по плоскости сдвига:

$$\Delta E_a = (\gamma_r \cdot S_i + q_p) \cdot (b - d) \cdot \lambda_r, \quad (4)$$

где b – шаг между сваями.

Таким образом, активное давление грунта E'_a , приходящееся на вертикаль сваи S_i , погашается в размере ΔE_{cb} активным давлением, оказываемым телом сваи, и $\Delta E_a/2$ – сопротивлением сдвигу, оказываемым межсвайным пространством.

В результате полное активное давление грунта от горизонтальных сил на вертикальную грань сваи S_i при наличии разгружающих свай в тыловой зоне будет равно:

$$E_a = E'_a - \left(\Delta E_{cb} + \frac{\Delta E_a}{2} \right). \quad (5)$$

Сваи устраиваются так, чтобы через их тело проходила плоскость обрушения, тогда они будут более эффективно уменьшать величину давления грунта. Количество свай по ширине стенки зависит от расстояния t_1 , ограничивающего призму обрушения поверху:

$$t_1 = \left(H + \frac{1}{3} \cdot t \right) \cdot \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (6)$$

где H – свободная высота стенки, м; t – глубина забивки шпунта, м.

Сваи располагаются последовательно с шагом $3d \dots 5d$, в зависимости от их диаметра.

Глубину погружения свай необходимо назначать с учетом запаса 0,5-0,8 м в связи с возможными отклонениями физико-механических характеристик грунта на протяжении причальной набережной. Таким образом, длина сваи должна составлять:

$$l_i = \left(H + \frac{1}{3} \cdot t \right) - \frac{b \cdot n}{\operatorname{tg} (45^\circ - \varphi/2)} + k_3, \quad (7)$$

где n – порядковый номер сваи; k_3 – запас на погружение сваи.

Рекомендуемый план свайного поля показан на рис. 2. Грунт, находящийся между шпунтовой стенкой и сваями, а также грунт, заключенный в призме MND, сваями не экранируется, а передает давление полностью на стенку. Сваи воспринимают давление грунта, расположенного за пределами этой призмы. Но, так как сваи деформируются, то часть давления от экранируемого ими грунта передается шпунтовой стенке.

Предложенный способ повышения несущей способности больверков позволяет производить их усиление без удаления всего грунта обратной засыпки, без снятия с причалов перегрузочной техники и разборки подкрановых путей, при этом положение линии кордона остается неизменным относительно его первоначального положения. Применение при реконструкции или усилении причальных сооружений предложенного метода позволит снизить активное давление грунта на больверк до 20%.

Использование золошлаковых смесей при устройстве буронабивных свай в теле обратной засыпки позволяет утилизировать миллионные запасы отвального шлака, тем самым снижая отрицательную антропогенную нагрузку золоотвалов ТЭЦ на окружающую среду.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что предложенный способ усиления больверков имеет перспективы дальнейшего широкого применения с использованием современных высокопроизводительных и эффективных технологий строительства.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Бик Ю.И. Повышение надежности портовых гидротехнических сооружений / Ю.И. Бик; Новосиб. гос. акад. водн. трансп. – Новосибирск, 1997. – 78 с.
2. Приданова О.В. Повышение несущей способности причальных набережных / О.В. Приданова, Ю.И. Бик // Науч. пробл. трансп. Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: НГАВТ, – 2008. – № 2. – С. 96-98.

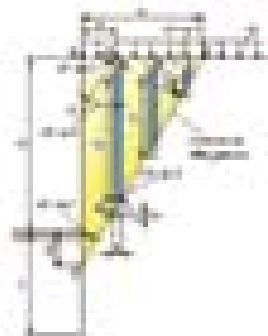


Рис. 1. Расчетная схема

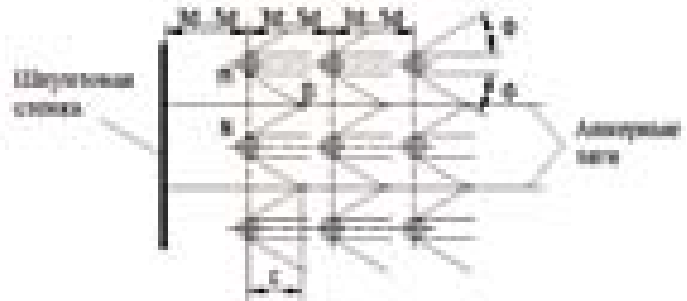


Рис. 2. План свайного поля

УЧРЕЖДЕНИЯ: ГНИНГИ МО РФ, МГАВТ

ТЕМА: Управление движением судна по траектории с использованием электронной картографической навигационной информационной системы

АВТОРЫ: В.А. МИХАЛЬСКИЙ, кандидат технических наук, доцент (ГНИНГИ МО РФ); В.А. КАТЕНИН, доктор военных наук, старший научный сотрудник (ГНИНГИ МО РФ); А.В. БОЙКОВ, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Судовождение» МГАВТ

Проблеме автоматической стабилизации судна на заданной траектории движения (ЗТД) посвящено большое количество работ, обобщенных в [1]. Задача же навигации при автоматической стабилизации до сих пор не рассматривалась. Практически реализована система автоматической стабилизации (САС), состоящая из навигационной вычислительной системы, например электронной картографической навигационной информационной системы (ЭКНИС) «Сегмент», и авторулевого (АР). ЗТД определяется последовательностью маршрутных точек и линиями пути, соединяющими соседние пары точек. Задача стабилизации решается на плоскости в ортогональной системе координат xOy , ось Ox которой направлена по заданной линии пути (ЗЛП) в сторону движения судна, ось Oy – в сторону правого борта.

Судно под влиянием сноса течением и ветром смещается с ЗЛП. На САС практически непрерывно поступают координаты обсервованного места по спутниковой навигационной системе, например GPS. На основании этих координат САС измеряет значения y_i бокового отклонения судна (точки Ц на мостике, из которой осуществляется управление движением судна [2]) от ЗЛП. Когда отклонение y_i становится равным установленной судоводителем величине Y_P – отклонению реагирования САС, т. е. при выполнении условия:

$$y_i - Y_P \geq 0, \quad (1)$$

САС вырабатывает команду в АР для изменения удерживаемого курса K на величину ΔK , и судно возвращается на ЗЛП. С приходом на ЗЛП (при $y_i=0$) принимается $\Delta K=0$ и процесс повторяется сначала (начинается следующий цикл стабилизации). (Заметим, что в документации ЭКНИС величина Y_P обозначается символом L .) Когда судно входит в площадь круговой области поворота с центром в очеред-

ной поворотной точке ЗТД, т. е. при условии:

$$D_{ПТ} - R_{П} \leq 0, \quad (2)$$

ЭКНИС выдает команду в АР на поворот на следующий курс K_1 . Здесь $D_{ПТ}$ – расстояние от судна до поворотной точки; $R_{П}$ – радиус области поворота. Все три рассмотренных параметра Y_P , ΔK и $R_{П}$, с использованием которых осуществляется управление стабилизированным движением (навигация) судна по ЗТД, вводятся в ЭКНИС судоводителем. Рекомендации по выбору значений этих величин в технической и нормативной документации на ЭКНИС и в литературе [1] отсутствуют. На основании этого частного варианта управления стабилизированным движением судна можно считать, что проблема навигации в условиях автоматической стабилизации на траектории движения к настоящему времени не решена и не поставлена.

Очевидно, что параметры управления стабилизированным движением должны определяться по-разному для плавания в стесненных условиях и в открытом море. Рассмотрим один из возможных вариантов их определения при плавании в стесненных условиях (на реках, подходов морских каналах и фарватерах, в узкостях и пр.). Предлагаемый вариант расчета основан на критерии заданной надежности управления движением при достаточно малом отклонении судна от ЗЛП. Надежность управления характеризуется вероятностью $P_{ЛС}$ возникновения под влиянием погрешностей обсервованного места ложного сигнала, уведящего судно от ЗЛП.

Определение отклонения реагирования САС $Y_P=L_{\min}$. Если принять отклонение $Y_P=L_{\min}=0$, то ЭКНИС начнет выдавать на АР хаотические ложные команды, обусловленные случайными погрешностями средства обсервации с дискретностью, которая определяется интервалом корреляции этих погрешностей и временем демпфирования

рулевого привода (для GPS это 0,5-1 мин и менее). Если же принять величину Y_P необоснованно большой, то не будет выполняться условие малого отклонения судна от ЗЛП и может возникнуть опасность посадки судна на мель. Поэтому отклонение реагирования САС Y_P , или L_{\min} , следует принять таким, чтобы при стабилизации судна на ЗЛП вероятность возникновения и подачи ложного сигнала в АР на изменение курса вследствие погрешностей обсерваций не превышала заданной величины $P'_{ЛС}$. Вероятность ложного сигнала зависит от установленного значения величины Y_P , смещения y судна с ЗЛП и закона распределения погрешностей средства обсервации. На основании свойства вероятностей противоположных событий [3] величину $P_{ЛС}$ можно определить как:

$$P_{ЛС}(y, Y_P) = F_q[-(y+Y_P)], \quad (3)$$

где $F_q(z)$ – функция распределения случайной величины z , которая в данном случае равна $z=-(y+Y_P)$; q – общий символ закона распределения (ЗР). В нашей задаче рассматриваются ЗР Гаусса и Лапласа [4]. Предполагается, что величины y и Y_P нормированные. К размерным величинам переходят по формулам $y'=ym$; $Y'_P=Y_Pm$, где $m=M/\sqrt{2}$ – средняя квадратическая погрешность (СКП) обсервованного места по направлению оси Oy , M – радиальная СКП обсервованного места. Рассчитаем и сведем в таблицу некоторые значения вероятности $P_{ЛС}$.

Анализ табличных данных приводит к выводу, что наибольшая вероятность ложного сигнала имеет место при $y=0$ для обоих ЗР. Допуская отклонение $y=\pm 0,5$, при $Y_P=2$ имеем вероятность ложного сигнала 0,01 для ЗР Гаусса и 0,02 для ЗР Лапласа.

Например, при $P'_{ЛС}=0,01$ и непрерывных обсервациях по GPS ($M=10$ м, интервал корреляции флюктуационных погрешностей $\tau_K=0,5$ мин, погрешности подчиняются ЗР Лапласа) из таблицы выбираем (обратным входом)

устанавливаемое в ЭКНИС отклонение реагирования $Y_p=3$, размерная величина $Y'_p=3 \times 7=21$ м. Среднее ожидаемое количество ложных команд на АР равно $n_{ож}=100P'_k=1$ на 100 независимых измерений, или 1 на $t=0,5 \cdot 100=50$ мин хода судна в рассматриваемых условиях. В случае поступления ложной команды АР изменит курс на величину ΔK в сторону, противоположную ЗЛП. Наиболее вероятно, что это будет обнаружено в одном из следующих циклов работы АР, и знак поправки курса будет изменен на правильный.

Ширина $L_{ПВ}$ полосы воды, занимаемой судном в процессе автоматической стабилизации. При рассмотренном варианте стабилизации судно под действием течения и ветра периодически отклоняется от ЗЛП либо в одну и ту же сторону, либо выходит то на правую, то на левую границу полосы нечувствительности САС вдоль ЗЛП. Ширина этой полосы $Y_{pm}=L_{min}$ при сносе судна в одну сторону от ЗЛП (или $2Y_{pm}=2L_{min}$ при рыскании судна на оба борта). Двигаясь по «змейке», судно занимает полосу воды шириной:

$$L_{ПВ} = (1 \text{ или } 2)Y_{pm} + 2(B + b), \quad (4)$$

в которой $B+2b=L\sin\beta+B\cos\beta$ [5]; L и B – длина судна по ватерлинии и ширина по мидельшпангоуту; $\beta \approx \Delta K$ – угол между направлением ЗЛП и диаметральной плоскостью судна в фазе его возвращения на ЗЛП; одна ширина судна $B=2 \times 0,5 B$ добавлена в (4) для учета возможного смещения судна до величины $0,5 B$ на пологих циркуляциях. Угол β в общем случае состоит из двух составляющих $\beta=\alpha_1+\alpha_2$, где α_1 – угол, компенсирующий дрейф судна; α_2 – угол, компенсирующий снос судна течением и обеспечивающий возвращение на ЗЛП.

При суммарной скорости бокового сноса судна $V_{сн}=0,5$ уз, или $0,25$ м/с,

время отклонения судна от ЗЛП на величину $Y'_p=21$ м равно 84 с.

Если величина Y_p принимается (в соответствии с табл.) равной 2 или 3, то при случайных погрешностях определения места вероятность того, что судно не окажется за пределами полосы $L_{ПВ}$ вследствие погрешностей определения места, $P_{ПВ} > (0,98 \dots 0,997)$, в зависимости от ЗР погрешностей.

Угол ΔK изменения удерживаемого АР курса судна для возвращения на ЗЛП определяется одним из двух способов.

а) Значение ΔK устанавливает судоводитель или по умолчанию ЭКНИС принимает равным $\Delta K = \pm 5^\circ$. При выборе угла ΔK можно руководствоваться двумя соображениями.

Во-первых, должно быть $\Delta K > \beta$, если угол дрейфа не учитывается при назначении курса K судна, и $\Delta K > \alpha_2$, когда дрейф учитывается.

Во-вторых, средняя длина проекции $S_{пр}$ на ЗТД «возвращающего» отрезка пути судна без учета углов α_1 и α_2 приближенно определяется выражением $S_{пр} \geq Y'_p / \text{tg} \Delta K$. Значения $S_{пр}$ при $Y'_p=21$ м приведены в следующем выводе:

$\Delta K^\circ =$	1	2	3	4	5
$S_{пр}, \text{кбт} \geq$	6,5	3,25	2,16	1,62	1,3

Видно, что расстояние $S_{пр}$ невелико при всех ΔK , и с точки зрения управления судном выбор значения K важен только в непосредственной близости от очередной маршрутной точки ЗТД. Зато величина ΔK имеет существенное значение для экономии ресурса наработки рулевого привода. При скорости судна 10 уз и $K=1^\circ$ время t_B возвращения судна на ЗТД равно $t_B \sim 4$ мин, а при $\Delta K=5^\circ$ значение $t_B \sim 0,8$ мин, поэтому рулевой привод в этом случае будет включаться гораздо чаще. При плавании в узкости, по-видимому, эко-

номия рулевого привода не всегда является существенным фактором, и для скорейшего возвращения на ЗЛП целесообразно принять $\Delta K=(3 \dots 5^\circ)+\alpha_2$. В открытом море, наоборот, можно принять $\Delta K=(1 \dots 3^\circ)+\alpha_2$.

б) Значение ΔK автоматически рассчитывается как разность:

$$\Delta K = A_{ОМ} - (K + \beta), \quad (5)$$

где $A_{ОМ}$ – направление из точки обсервованного местоположения судна на следующую маршрутную точку ЗТД; β – угол, компенсирующий снос судна; K – прежний курс. При этом линия пути оказывается направленной из точки обсервованного места в очередную маршрутную точку ЗЛП.

Если расстояние до этой точки превышает $1,5$ мили, то угол отворота $\Delta K < 0,5^\circ$, судно практически не изменит условий своего движения и будет оставаться на границе полосы реагирования САС. При этом ЭКНИС будет с большой частотой вырабатывать сигнал тревоги о выходе корабля на границу полосы реагирования. На основании сказанного целесообразно:

– на малом расстоянии $D < 1$ мили от очередной поворотной точки применить вариант б) определения величины ΔK , направляя судно в поворотную точку;

– на расстоянии $D > 1$ мили от поворотной или маршрутной точки можно использовать вариант а).

Радиус $R_{П}$ области поворота с текущей (первой) ЗЛП на следующую (вторую) ЗЛП можно найти по критерию очень малой вероятности прохода мимо области поворота из условия:

$$R_{П} = \max(L_{ПВ1}/2 \text{ или } L_{ПВ2}/2), \quad (6)$$

где $L_{ПВ1}$ и $L_{ПВ2}$ – ширина полосы воды, занимаемой судном на первой и второй ЗЛП, рассчитанные для вероятности $0,997$.

Значения вероятности возникновения ложного сигнала

Отклонение Y_p	Отклонение у при законе распределения							
	Гаусса				Лапласа			
	0	0,5	1	1,5	0	0,5	1	1,5
0,5	0,62	0,16	0,07	0,02	0,54	0,14	0,08	0,04
1	0,32	0,07	0,02	0,01	0,28	0,08	0,04	0,02
1,5	0,14	0,02	0,01	0,003	0,16	0,04	0,02	0,01
2	0,05	0,01	0,003	0	0,08	0,02	0,01	0,006
3	0,003	0	0	0	0,024	0,01	0,006	0,002

Проверку обеспечения навигационно-безопасности плавания (НБП) при стабилизированном движении судна вблизи навигационных опасностей можно произвести по условию:

$$D - L_{ПВ}/2 - D_{бзп} \geq 0, \quad (7)$$

где D – расстояние между ЗЛП и навигационной опасностью; $D_{бзп}$ – безопасное расстояние, определяемое в соответствии с рекомендациями [4, 6], но во всяком случае $D_{бзп} > M^*_{ПО} + \Delta_{БЭ}$, где предельная радиальная погрешность положения границ опасности $M^*_{ПО} > (3...4)C/1000$ в зависимости от заданной вероятности НБП; C – значение экваториального масштаба карты; $\Delta_{БЭ} = (2...6)B$ – расстояние, на котором ощущается «береговой эффект» («присасывание» судна крутым склоном канала или берега). Если условие (5) не выполняется, то разрешают (5) относительно $L_{ПВ}$ и рассматривают возможности его уменьшения.

Возможности замедления процесса сноса судна с ЗЛП. Скорость $V_{сн}$ сноса судна может быть уменьшена двумя способами:

- строгим учетом угла дрейфа судна при вводе в АР курса судна;
- расчетом угла β' сноса судна по формуле:

$$\beta' = \arctg[(y_2 - y_1)/(t_2 - t_1)V], \quad (8)$$

где y_2 и y_1 , M , – значения отклонения судна от ЗЛП в моменты t_2 и t_1 , мин; V – скорость судна, м/мин. Угол β , компенсирующий снос, равен $\beta = -\beta'$. Расчет и учет угла сноса являются элементом оптимизации процесса стабилизации судна на ЗЛП. При автоматической обработке информации вычисления по (8) заменяются расчетом элементов приближенной регрессии у по t .

ВЫВОДЫ

1. В статье поставлена и решена задача определения параметров, с помощью которых судоводитель может организовать при наличии ЭКНИС стабилизированное движение судна по ЗЛП.
2. Расширенный список этих параметров включает отклонение реагирования САС, ширину полосы воды, за-

нимаемой судном, угол отворота от курса для возвращения судна на ЗЛП, радиус области поворота. Кроме того, предложены способы проверки навигационной безопасности плавания судна и замедления процесса сноса судна с ЗЛП.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Дмитриев С. П., Пелевин А. Е. Задачи навигации и управления при стабилизации корабля на траектории. – СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 2002. – 159 с.
2. Эксплуатационные требования к электронным картографическим навигационным информационным системам (ECDIS) с приложениями. – 20 с.
3. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
4. Бойков А.В., Михальский В.А., Катенин В. А. Основы метрологического обеспечения навигации. – М.: МГАВТ, 2008. – 437 с.
5. Руководство по оперативному определению проходной осадки судов на подходных каналах морских портов. РД 31.63.01 – 83. – М.: Мортехинформация, 1983. – 18 с.
6. Кондрашихин В. Т. Определение места судна. – М.: Транспорт, 1989. – 230 с.

УЧРЕЖДЕНИЕ: Морская государственная академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (МГА им. адмирала Ф.Ф. Ушакова)

ТЕМА: Оптимизация факторов риска эксплуатации судового термомасляного котла

АВТОРЫ: Р.Ю. АРУТЮНОВ, аспирант; В.А. ТУРКИН, профессор, доктор технических наук

Одним из основных этапов анализа риска эксплуатации судовых котлов является оптимизация предлагаемых мер безопасности. Ниже приведен пример решения задачи, когда при фиксированных средствах $S_{зад}$, выделенных на совершенствование безопасности котла, необходимо выбрать такой набор мер, внедрение которого максимально снижает величину вероятности возникновения аварии на эксплуатирующемся котле. Математическая постановка задачи будет выражена следующей системой [1]:

$$\begin{cases} \sum_i \Delta Q_i \rightarrow \max; \\ \sum_i S_i \leq S_{зад} \end{cases} \quad (1)$$

где $\Delta Q_i = (Q - Q_i)$ – снижение вероятности аварии при внедрении на котельной установке i -го набора мероприятий по улучшению безопасности; S_i – затраты на внедрение i -го комплекса мер; Q_i – вероятность аварии после внедрения i -го набора мер безопасности, причем:

$$Q_i = P_i(A) = f(V_{H_1} + \Delta V_{H_1}, V_{H_2} + \Delta V_{H_2}, \dots, V_{H_j} + \Delta V_{H_j}, \dots), \quad (2)$$

где $\Delta V_{H_{ji}}$ – улучшение оценки j -го фактора опасности при внедрении i -го набора мер; V_{H_j} – оценка j -го фактора опасности.

При решении задачи было принято, что на совершенствование безопасности при эксплуатации котельной установки выделено, например, 10000 долларов США. Указанную сумму решено использовать на повышение квалификации вахтенных механиков путем улучшения их трех психофизиологических характеристик, в основном определяющих вероятность возникновения аварии в процессе несения вахты: x_1 – качество приема и декодирования информации; x_2 – точность корректирующих действий; x_3 – качество принятия решений.

Так как для выполнения задачи оптимизации необходимо иметь в явном виде функциональную зависимость вероятности аварии от выбранных психофизиологических характеристик, то был реализован полный факторный экспе-

римент типа 33. Проведение эксперимента осуществлялось с использованием метода имитационного моделирования, описание которого приведено в работе [2]. На основании обработки результатов эксперимента получено следующее уравнение регрессии второй степени:

$$\begin{aligned} \bar{y} = & 0,0002585 - 0,0001854x_1 - 0,0001101x_2 - \\ & - 0,0001447x_3 + 0,0000158x_1^2 + 0,0000145x_2^2 + \\ & + 0,0000149x_3^2 + 0,0000753x_1x_2 + 0,0001027x_1x_3 + \\ & + 0,0000555x_2x_3. \end{aligned} \quad (3)$$

Для решения задачи оптимизации использовался метод SUMT (sequential un-constrained minimization technique), предложенный Кэрролом в 1961 году. Его идеи были использованы Фиакко и Маккормиком, которые не только рассмотрели теоретические вопросы и сходимость метода, но и создали практическую систему для его реализации [3].

Сущность метода заключается в том, что для заданных функцией $f(x)$ ограничений $c_j(x) \geq 0$, $j=1, \dots, n$, необходимо выбрать начальное значение $r=r_0$, чтобы сформировать функцию $\phi(x, r_0)$, которая минимизируется без ограничений методом Давидона–Флэтчера–Пауэлла, изложенным в работе [3]. Найдя минимум функции $\phi(x, r_0)$, необходимо уменьшить значение r . Это можно сделать эффективно и просто, если найти $r_1=r_0/c$, где константа $c > 1$. В используемой программе $c=10$, однако этот выбор произволен. Затем необходимо минимизировать функцию $\phi(x, r_1)$, снова используя метод Давидона–Флэтчера–Пауэлла. Таким образом, будет разработана итерационная процедура. На k -м шаге минимизируется функция $\phi(x, r_k)$, минимум которой находится в точке x_k^* . Важно, что ее можно использовать в дальнейшем в качестве первой точки в итер-

ационной процедуре минимизации функции $\phi(x, r_{k-1})$, где $r_{k+1}=r_k/c$. Понятно, что последовательность r_k убывает и стремится к нулю, следовательно, последовательность точек минимумов будет сходиться к решению задачи с ограничениями.

Используя приведенную в работе [3] блок-схему, на языке СИ была написана программа, при помощи которой и была решена поставленная задача минимизации вероятности возникновения происшествий при ограниченных средствах (в приведенном примере – 10000 долларов США).

Анализ выражения (3) и результатов минимизации, приведенных в таблице, позволяет сделать вывод о том, что при отсутствии минимизации и равномерном распределении имеющихся финансовых ресурсов на улучшение рассмотренных характеристик человека вероятность возникновения происшествия может быть уменьшена с 0,68 до 0,11. В то же время процесс оптимизации позволяет снизить эту вероятность до 0,07 применением имеющихся средств на улучшение характеристик человека: x_1 – качество приема и декодирования информации (c – 0,667 до 0,895) и x_3 – качество принятия решений (c – 0,667 до 0,842). При этом характеристика x_2 – точность корректирующих действий, улучшается незначительно (c – 0,667 до 0,405).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. – М.: ГНТП «Безопасность», МИБ СТС, 1996. – 424 с.
2. Туркин В.А. Анализ риска и безопасность эксплуатации технических средств танкеров: монография. – СПб.: Судостроение, 2003. – 236 с.
3. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.

Ход процесса минимизации вероятности возникновения происшествия при изменении психофизиологических характеристик судового механика

Номер итерации	Вероятность происшествия	Фактор x_1	Фактор x_2	Фактор x_3	Затраты, тыс. долл. США
0	0,6761	-0,667	-0,667	-0,667	0
1	0,3088	-0,104	-0,111	-0,108	5,035
2	0,2659	-0,025	-0,005	-0,015	5,869
3	0,243	0,045	0,02	0,036	6,307
4	0,2429	0,046	0,024	0,033	6,311
5	0,169	0,29	0,167	0,222	8,04
6	0,1684	0,293	0,168	0,223	8,056
7	0,1119	0,574	0,308	0,419	9,907
8	0,1104	0,584	0,311	0,425	9,967
9	0,1087	0,608	0,294	0,424	9,982
10	0,1051	0,662	0,239	0,42	9,966
11	0,1045	0,655	0,19	0,474	9,959
12	0,1045	0,655	0,19	0,474	9,96
13	0,1038	0,659	0,192	0,476	9,985
14	0,1034	0,665	0,189	0,476	9,995
15	0,0887	0,886	0,001	0,373	9,784
16	0,0875	0,898	-0,017	0,376	9,774
17	0,0723	0,897	-0,473	0,846	9,813
18	0,0727	0,893	-0,466	0,844	9,818
19	0,0725	0,891	-0,407	0,842	9,979
20	0,0721	0,895	-0,405	0,842	9,999

УЧРЕЖДЕНИЕ: Морская государственная академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (МГА им. адмирала Ф.Ф. Ушакова)

ТЕМА: Экологический мониторинг припортовых акваторий и воздушного бассейна на основе системы управления базой данных MySQL

АВТОР: А.В. ТУРКИН, аспирант

Мониторинг экологического состояния окружающей среды является неотъемлемой и важной частью обеспечения экологической безопасности, в частности на берегу Черного моря. Задача требует учета огромного количества однотипных данных, набор которых может колебаться от сотен до сотен тысяч. Логично, что при помощи одного человеческого ресурса такую работу осуществить сложно, а при большом объеме данных – и вовсе не представляется возможным. С этой целью и создается единая система экологического мониторинга, в основе которой лежит система управления базой данных (СУБД) MySQL.

К преимуществам данной СУБД (по сравнению с другими) можно отнести: гибкие возможности масштабирования; высокую степень безотказности; возможность работы по схеме «клиент–сервер»; мультиплатформенность; открытое лицензионное соглашение. Последний пункт является определяющим при выборе системы на начальной стадии построения – для некоммерческого использования СУБД MySQL является бесплатной, позволяя провести этап постройки и отладки системы без капиталовложений.

Схематично база данных представляет собой множество значений (записей), хранящихся в представленных таблицах. Таблиц, в свою очередь, тоже может быть множество. Такая схема позволяет, с одной стороны, хранить неограниченные массивы данных, а с другой – масштабировать систему по мере необходимости. На начальном этапе система может хранить десятки или сотни записей, позволяя отстраивать ее на скромных вычислительных мощностях. По мере роста числа записей эта же система сможет разместить их внутри себя, при условии достаточных вычислительных мощностей. Таким образом, одна и та же база данных в разные моменты времени может хранить сотни тысяч записей.

Другой отличительной особенностью СУБД на основе MySQL является связывание таблиц между собой по определенным полям, что да-

ет возможность получения на выходе единовременной записи из разных таблиц. Не имея такой функции, пришлось бы хранить все записи в одной таблице, что очень негативно влияет как на удобство работы, так и на скорость. Также стоит отметить тот факт, что СУБД MySQL полностью соответствует требованиям языка SQL, что позволяет выполнять чистовую «доводку» кода запроса при помощи консоли ввода.

Разрабатываемая программа мониторинга позволяет извлекать из безразмерного массива данных только те, которые необходимы в данный момент и в данном месте. Таким образом, пользователь этой системы, во-первых, не привязан к какому-либо конкретному рабочему месту благодаря реализованной схеме работы «клиент–сервер», позволяющей работать через локальную сеть либо сеть Интернет. Во-вторых, при построении запроса в итоговую форму будут

№ п/п	Содержание	Ед.И.	РДВ_код
1	Температура воды	Град. С	10.01
2	Затоп	Ватт	2
3	Прозрачность	см	10.02
4	Окисл.	г/л	10.03
5	Водородный показатель (рН)	рН	10.04
6	БПК_полн.	мг-О ₂ /л(м3)	3
7	Растворенный кислород	мг-О ₂ /л(м3)	10.05
8	Валентные вещества	мг/л(м3)	10.06
9	Азот аммонийный	мг/л(м3)	2.3
10	Нитрат-ион	мг/л(м3)	0.08
11	Нитрат-ион	мг/л(м3)	40
12	Бисфат-ион	мг/л(м3)	0.2
13	Железо общ.	мг/л(м3)	0.05

№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50

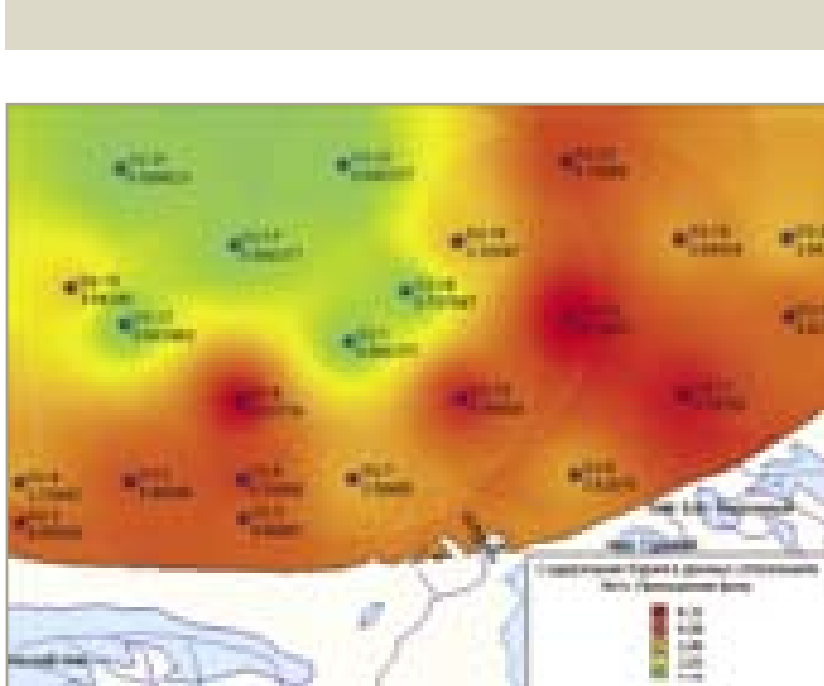
№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50

включены только необходимые записи, отсортированные и сгруппированные по желанию. Форма отчета также настраивается, поэтому нет необходимости дополнительно обрабатывать отчеты для придания им нужного вида.

Система также позволяет проводить операции над извлекаемыми данными, сравнивая их либо между собой, либо с фиксированным значением, выделять минимумы и максимумы, производить арифметические операции и строить графики и диаграммы.

Возможность получать на выходе данные в любой форме позволяет использовать их для последующей обработки в других программных средствах. Например, программы для построения карт геоданных, таких, как MapInfo.

При достаточном накоплении данных в базе появится возможность проведения в кратчайшие сроки экологического мониторинга заданной местности, сравнения текущих результатов с фоновыми и предельно допустимыми, изучения влияния на экологию технических сооружений и объектов, а также вполне обоснованного прогнозирования экологического состояния окружающей среды.



АННОТАЦИИ

Методика расчета элементов конструкции и рабочих режимов грунтонасосной установки землесоса / Белоусов А.Р., Гетьман Д.И., Киселев Д.М. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 64.

Рассмотрена методика построения математической модели и ее применения, а также представлены разработанные авторами методы расчета конструктивных и рабочих параметров грунтонасосных установок, наиболее распространенных и высокопроизводительных дноуглубительных земснарядов – землесосов.

Ключевые слова: грунтонасосная установка, дноуглубительный снаряд, математическая модель, методы расчета.

Контактная информация: dima118@inbox.ru

Предложение по совершенствованию элементов системы «ленточный конвейер – перегружатель» / Рачков Е.В. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 70.

Приведены обоснования, принципы расчета и рекомендации по повышению эффективности работы элементов поточно-транспортной системы «магистральный ленточный конвейер с барабанным разгрузителем – перегружатель», используемой в портовых терминалах при перегрузке насыпных грузов.

Ключевые слова: принципы расчета, эффективность работы, поточно-транспортная система, магистральный ленточный конвейер, перегружатель, портовый терминал, насыпные грузы.

Контактная информация: mgawt_pptmr@psem.net

Краткий анализ развития международных транспортных связей в дореволюционной России / Рудометкина Д.В. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 73.

Освещена история развития водной сети дореволюционной России, исследованы вопросы эффективного управления грузопотоками, проанализированы внешнеторговые обороты. Особое внимание уделено речному транспорту, который всегда занимал особое место в российской транспортной системе.

Ключевые слова: международные транспортные связи, коридор Север–Юг, речной транспорт, водный путь, судоходство.

Контактная информация: rudometkina@inbox.ru

Методы повышения эффективности работы портов в рамках международных транспортных коридоров / Нырклов А., Дмитриева Т., Соколов С. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 75.

В рамках международных транспортных коридоров рассмотрены внутренние водные пути как многофазные системы массового обслуживания, показаны особенности вычисления важного показателя эффективности работы системы – среднего суммарного времени ожидания обслуживания судна в обслуживающих подсистемах. Применены «генетические» алгоритмы для повышения эффективности перегрузочных процессов.

Ключевые слова: международный транспортный коридор, внутренние водные пути, системы массового обслуживания, эффективность, судно, перегрузочные процессы, «генетические» алгоритмы.

Контактная информация: NyrkowAP@spbuwc.ru

Снижение напряженно-деформированного состояния причальных набережных с помощью армирования грунта обратной засыпки / Бик Ю.И., Приданова О.В. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 78.

Рассмотрен перспективный метод уменьшения напряженно-деформированного состояния больверков с помощью устройства в обратной засыпке буронабивных золошлаковых свай.

Ключевые слова: больверк, обратная засыпка, сваи.

Контактная информация: ngavt@ngs.ru

Управление движением судна по траектории с использованием электронной картографической навигационной информационной системы / Михальский В.А., Катенин В.А., Бойков А.В. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 80.

Поставлена и решена задача определения параметров, с помощью которых судоводитель может организовать при наличии ЭКНИС стабилизированное движение судна по заданной траектории в стесненных условиях плавания с обеспечением необходимого уровня навигационной безопасности.

Ключевые слова: судоводитель, судно, ЭКНИС, условия плавания, навигационная безопасность.

Контактная информация: boykovalexey@bk.ru

Оптимизация факторов риска эксплуатации судового термомасляного котла / Арутюнов Р.Ю., Туркин В.А. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 82.

Рассмотрен метод оптимизации вероятности возникновения происшествий в процессе несения вахты судовым механиком. Решена задача повышения безопасности несения вахты в машинном отделении судна при фиксированных средствах, имеющихся для выбора мер, максимально снижающих величину вероятности аварии. С целью уменьшения вероятности возникновения происшествий предложено улучшать следующие психофизиологические характеристики вахтенного механика: качество приема и декодирования информации; точность корректирующих действий; качество принятия решений.

Ключевые слова: судовой механик, безопасность, машинное отделение, авария, психофизиологические характеристики.

Контактная информация: vladimir@cbts.ru

Экологический мониторинг припортовых акваторий и воздушного бассейна на основе системы управления базой данных MySQL / Туркин А.В. // Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 6 (42). – с. 84.

На основе системы управления базой данных MySQL предложена система мониторинга загрязняющих веществ в атмосфере или в акватории припортовой территории с использованием интернет-каналов для управления и переноса информационных потоков в центр управления системой мониторинга. Система призвана обеспечить надежность, простоту обслуживания, расширение возможностей доступа к ней удаленных пользователей, что даст экономический эффект при ее эксплуатации.

Ключевые слова: СУБД на основе MySQL, мониторинг, загрязняющие вещества, акватория, интернет-каналы, надежность, экономический эффект.

Контактная информация: vladimir@cbts.ru