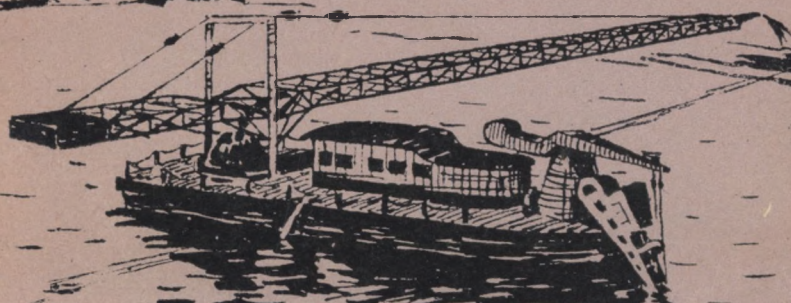


Ж  
Л

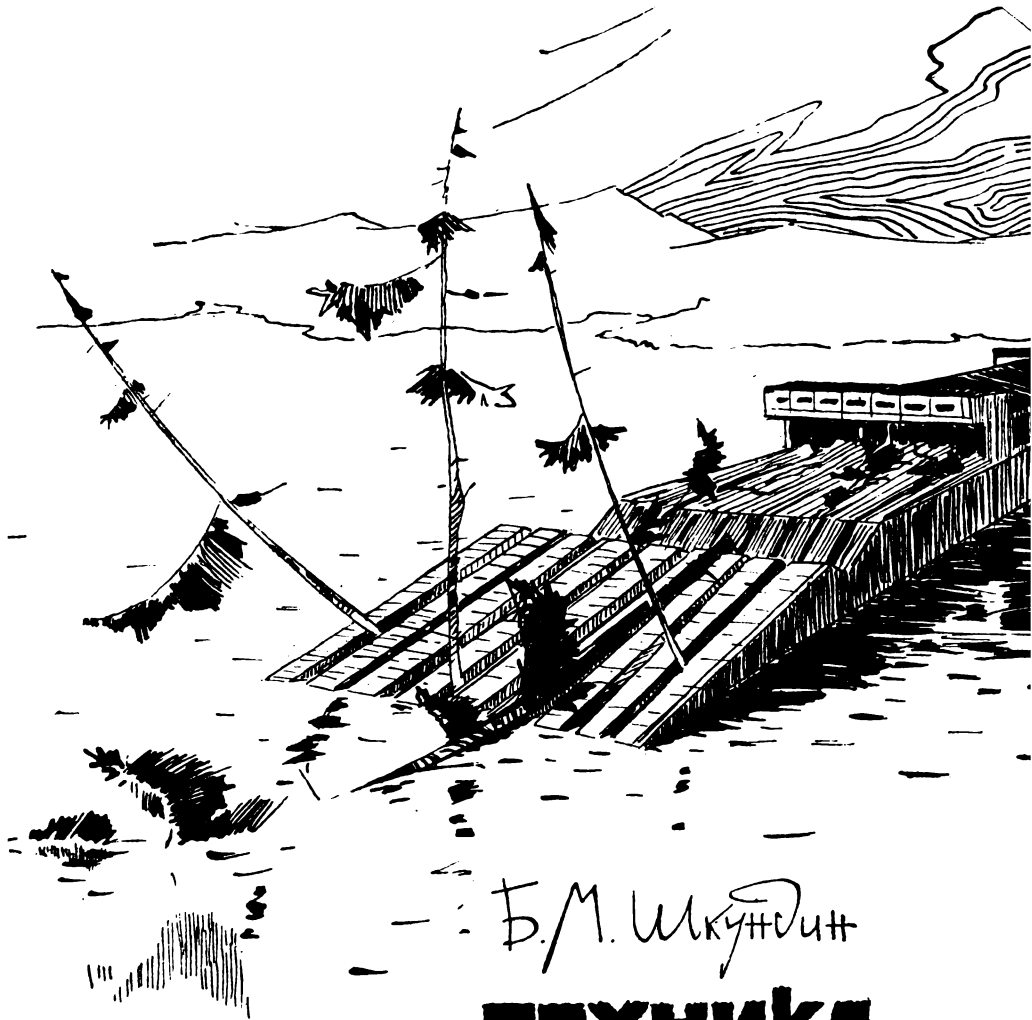
К



Б. М. Шкутун

**ТЕХНИКА  
БОЛЬШОЙ  
СТРОЙКИ**





Б.М. Шкутун

# ТЕХНИКА БОЛЬШОЙ СТРОЙКИ

Первое  
КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
1963

*Широким фронтом ведется подготовка к сооружению плотин и каналов, которые обеспечат переброску части стока Печоры и Вычегды в Каму и Волгу. Один из важнейших участков этой подготовки — проектирование новых машин, необходимых для того, чтобы в сравнительно короткий срок, в условиях необжитой местности, справиться с огромным объемом строительных работ.*

*Лауреат Государственной премии инженер Б. М. Шкундин рассказывает в своей брошюре о том, как идет проектирование новых машин, знакомит с важнейшими из них.*

*Брошюра будет с интересом прочитана не только строителями и лесозаготовителями, а и всеми, интересующимися вопросами развития техники.*

**Серия брошюр «Печора — Вычегда — Кама» выходит  
под общей редакцией лауреата Государственной премии  
инженера Г. Л. Саруханова**

---

## НАСТУПЛЕНИЕ НАЧИНАЕТСЯ

Великий советский народ, опираясь на свои успехи в развитии производительных сил страны, на огромные достижения науки и техники, уверенно осуществляет начертанную XXII съездом Коммунистической партии величественную программу построения материально-технической базы коммунизма в нашей стране.

Электростанции, дающие миллиарды киловатт-часов электроэнергии, глубоководные каналы, связывающие моря нашей Родины, ирригационные системы, несущие живительную влагу миллионам гектаров полей, — все это будет создано советскими людьми. Советский человек, осваивающий космос, заставит полнее служить себе силы природы и на родной Земле.

Одной из крупнейших народнохозяйственных проблем, разрешение которых намечается в ближайшие годы, является переброска части стока Печоры и Вычегды в Каму и Волгу.

Проблема эта не является новой, она была впервые поставлена еще в тридцатых годах нынешнего столетия\*. Однако огромные объемы работ, связанные с решением этой проблемы, не позволяли до самого последнего времени практически приступить к ее решению.

Переброска части стока северных рек в бассейн Каспийского моря внесет частичную поправку в несправедливость, допущенную природой. Более четырех пятых речного стока

---

\* Подробно см. Г. Л. Саруханов. Печора впадает в Каспий. Пермь, 1962.

нашей Родины приходится на малонаселенные районы Сибири, Севера и Дальнего Востока, в то время как в густонаселенных районах с развитой промышленностью и сельским хозяйством воды не хватает.

Воды Печоры и Вычегды, пройдя через турбины камских и волжских гидроэлектростанций, дадут большое количество дешевой электроэнергии. Почти на 11 миллиардов киловатт-часов возрастет годовая отдача электроэнергии камских и волжских ГЭС, что примерно равно энергии, вырабатываемой одной из крупнейших в мире — Волжской электростанцией имени В. И. Ленина.

Значительное пополнение водных ресурсов Волги и большое количество дополнительной дешевой электроэнергии явятся основой для орошения и обводнения огромных земельных массивов Заволжья и Западного Казахстана. Вместе с тем пополнение водных ресурсов Волги даст возможность в ближайшие десятилетия стабилизировать уровень Каспия с учетом требований и условий заинтересованных в этом отраслей народного хозяйства. Такая стабилизация приобретает особое значение, поскольку расчеты показывают, что все возрастающий забор воды из рек Каспийского бассейна на различные хозяйственные нужды ведет к дальнейшему падению уровня моря.

Гидротехнические сооружения на Печоре, Вычегде и Верхней Каме — это еще одно звено единой водной системы европейской территории СССР. Новое межбассейновое соединение свяжет дешевым водным путем богатые природными ресурсами северные области с центральными и южными экономическими районами.

Для того чтобы повернуть воды Печоры, предполагается построить на ней, выше города Печоры, земляную плотину высотой около 80 метров и протяженностью более 12 километров. Плотина образует водохранилище, в котором задержится сток Печоры. Она поднимет воду на 70 метров, то есть на такую высоту, на какую подняли воду плотины Волжской ГЭС имени В. И. Ленина, Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС и Воткинской ГЭС, вместе взятые.

Вторая земляная плотина высотой около 35 метров и длиной 2 километра перегородит долину Вычегды у районного центра села Усть-Кулом.

Третья плотина — тоже земляная, будет возведена на Каме у города Соликамска. При этой плотине намечено соорудить мощную гидроэлектростанцию и судоходный шлюз.

Водохранилища, образованные плотинами, будут соединены каналами, которые пересекут водоразделы между Печорой, Вычегдой и Камой. Длина каналов составит около 160 километров. По этим каналам воды Печоры и Вычегды пойдут самотеком в водохранилище на Каме, а из него дальше — на юг.

В настоящее время у малоизвестного пока селения Усть-Воя на Печоре, у Усть-Кулома на Вычегде, на Каме, на трассах каналов работают экспедиции Гидропроекта. Они ведут буровые работы, изучают геологические условия районов, где придется сооружать плотины и каналы, обследуют болота, которые будут пересечены каналами. Топографы снимают местность. Гидрологи изучают режим рек. Большой инженерный коллектив трудится над тем, чтобы выбрать самые выгодные месторасположения плотин и каналов. Проектировщики должны определить такие уровни воды будущих водохранилищ, при которых переброска стока даст максимальный народнохозяйственный эффект.

Разрабатываются и сравниваются различные варианты. Наиболее трудоемкие расчеты выполняются с помощью электронных счетных машин. Применение новой техники проектирования не только ускоряет составление проекта, но и обеспечивает более высокое качество его, так как позволяет разработать и сравнить между собой большое количество вариантов.

Переброска стока северных рек решает вопросы многих отраслей народного хозяйства. Энергетика, транспорт, сельское и рыбное хозяйство, лесная, нефтяная и химическая промышленность, коммунальное хозяйство городов — вот не полный перечень отраслей хозяйства, для которых должно быть изучено и оценено влияние переброски стока северных рек. Следует также изучить запасы полезных ископаемых и памятники культуры, находящиеся в зоне будущих водохранилищ. Надо решить и много других вопросов.

Проблемой переброски стока наряду с Гидропроектом занимается еще ряд крупнейших проектных и научно-исследовательских организаций нашей страны, а именно: Гипролестранс, решающий вопросы лесного хозяйства; Гипроречтранс, разрабатывающий водотранспортные задачи; Росгипрозем, рассматривающий проблемы реконструкции сельского хозяйства в районах строительства; организации Министерства геологии, изучающие полезные ископаемые, которые могут

попасть в зоны затопления; Институт географии Академии наук, рассматривающий возможные климатические изменения в результате создания огромных водохранилищ, и ряд других.

Два года потребуется инженерам и ученым для того, чтобы свести весь огромный фактический материал, полученный в результате изысканий и исследований, в единый проект. А затем на берега Печоры, Вычегды и Камы, в леса и болота на их водоразделах придут строители, чтобы воплотить в жизнь одно из предначертаний программы Коммунистической партии.

Будущим строителям предстоит выполнить огромные работы: уложить в гидроэлектростанции, шлюзы и другие сооружения около 1 миллиона 300 тысяч кубометров железобетона и 2 миллиона 300 тысяч кубометров каменных материалов, смонтировать более 50 тысяч тонн различного оборудования — турбин, кранов, затворов, а главное, осуществить колоссальные, еще не встречавшиеся в мировой практике, земляные работы — ведь на строительстве плотин и каналов придется переработать более 700 миллионов кубометров грунта. Решить эту задачу в короткие сроки и при экономически оправданных затратах возможно лишь при новых, не применявшихся до сего времени машинах и способах механизации. Поэтому наряду с составлением проекта будущих сооружений наши инженеры разрабатывают конструкции новых машин.

В брошюре рассказывается об этих машинах, о том, как они создаются, чем будут отличаться от существующих сегодня и как при помощи этих машин будут выполняться работы, связанные с переброской стока северных рек на юг.

## **МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

Земляные работы, то есть разрыхление, перемещение и укладка грунта, отличаются значительной трудоемкостью, поэтому их эффективная механизация особенно настоятельна.

Наиболее распространенным и общеизвестным средством механизации земляных работ являются экскаваторы. Первые экскаваторы в России появились в пятидесятых годах прошлого столетия. Их пытались применить на стройке бывшей Николаевской (ныне Октябрьской) железной дороги, но в связи с несовершенством конструкции — с одной стороны, и дешевизной рабочей силы — с другой, применение их оказа-



лось невыгодным. Только в 1904 году при постройке Московской окружной железной дороги применение экскаваторов принесло некоторую экономическую выгоду. В последующие годы наблюдался довольно быстрый рост числа работающих экскаваторов как за границей, так даже и в технически отсталой дореволюционной России.

В настоящее время число экскаваторов, работающих на строительствах и на горных предприятиях в СССР, измеряется многими тысячами. В СССР изготавливаются экскаваторы всевозможных типов и размеров: наряду с экскаваторами для городских работ, имеющими ковш емкостью в 0,25 кубометра, и мощнейшие экскаваторы с ковшами емкостью до 25 кубометров.

Экскаваторный способ механизации земляных работ — не единственный. Изобретены и совершенствовались другие способы механизации. Одним из них является гидромеханизация, или, иначе говоря, способ производства земляных работ при помощи воды. Районы, где намечается построить сооружения, осуществляющие переброску стока, изобилуют всевозможными водотоками и болотами, грунты повсеместно насыщены водой, поэтому способ гидромеханизации будет основным при выполнении земляных работ.

Механизация трудоемких работ не только дает экономический эффект, но и освобождает рабочего от тяжелого, а подчас и вредного физического труда. Кроме того, механизация в наших советских условиях повышает уровень технических знаний и общую культуру рабочего. Непрерывное повышение уровня механизации постепенно стирает существенные различия между трудом умственным и трудом физическим. Не так обстоит дело в капиталистических странах. Механизация ведет в них к тому, что выбрасываются за борт тысячи рабочих, увеличивается армия безработных. Резервная армия безработных позволяет предпринимателю сокращать заработную плату. У капиталистов каждая новая машина, каждое новое усовершенствование неизбежно влечет за собой общее ухудшение положения рабочего класса, ведет к обострению классовой борьбы. Только в социалистических странах, где нет конкуренции, где производство не преследует целей прибыли, все виды механизации служат интересам народа, интересам построения коммунистического общества.

Человек в своей практической деятельности часто подражает природе. Можно сказать, что гидравлический способ

производства работ — гидромеханизация — возник в результате такого подражания.

Ручьи и реки, размывающие свои берега и откладываящие в виде наносов размывый грунт в сотнях, а иногда и тысячах километров от места размыва, послужили прототипом гидромеханизации, сущность которой заключается в том, что все основные операции — разработка, перемещение и укладка грунта в тело сооружения или в отвал выполняются при помощи воды.

Использование воды для горных и земляных работ имеет очень древнюю историю. Гидравлический способ производства земляных работ был рекомендован в трудах китайских ученых еще за 1100 лет до нашей эры и применялся на практике. Из сочинений римского ученого Плиния следует, что еще за два века до нашей эры вода применялась для разработки золотых россыпей.

По способу разработки грунтов при гидромеханизации различают гидромониторный способ, при котором разработка грунтов осуществляется путем размыва сухого забоя мощной компактной водяной струей, вылетающей из насадки гидромонитора, и землесосный способ, при котором разработка грунтов производится путем непосредственного всасывания из-под воды.

В гидротехническом строительстве землесосный способ почти полностью вытеснил гидромониторный. Если на строительстве канала имени Москвы землесосным способом было выполнено около 3% всех гидромеханизированных земляных работ, то на строительстве Цимлянского гидроузла, Волжской гидроэлектростанции имени В. И. Ленина и Волжской гидроэлектростанции имени XXII съезда КПСС этот процент возрос до 100. В условиях гидротехнического строительства землесосный способ имеет ряд преимуществ по сравнению с гидромониторным, что обеспечивает ему широкое применение и более высокие технико-экономические показатели.

К преимуществам землесосного, или, как его часто называют, рефулерного способа работ следует прежде всего отнести:

возможность разработки подводных забоев, что позволяет производить выемку всевозможных каналов и котлованов без устройства перемычек и водоотлива;

меньший по сравнению с гидромониторным способом удельный расход электроэнергии;

отсутствие надобности в устройстве насосных станций и водопроводных линий, что бывает необходимым для питания гидромониторов.

Всасывание грунта из-под воды было впервые применено на дноуглубительных работах в одном из французских портов еще в 1859 году. Землесосные снаряды быстро совершенствовались. В конце семидесятых годов уже применялось механическое разрыхление всасываемых грунтов. Отдельные снаряды давали огромную по тому времени производительность, достигавшую 3000 кубических метров грунта в сутки.

В девяностых годах прошлого столетия гидромеханизация начала довольно широко использоваться в строительном деле и в горных работах на добыче золота. В первом десятилетии нашего века землесосные работы с успехом применялись на ряде гидротехнических сооружений.

В 1915 году крупный русский инженер Р. Э. Классон, строитель районной электростанции в городе Богородске (ныне электростанция его имени в городе Ногинске), изобрел гидравлический способ добычи торфа, заключающийся в размыве торфяных залежей мощной струей воды и перекачивании торфососами размывшей массы на поля разлива для сушки. Однако лишь после Октябрьской революции, когда В. И. Ленин по достоинству оценил это изобретение, гидроторф получил широкое развитие. Большевицкими темпами была разработана специальная технология, спроектировано и изготовлено сложное оборудование. Гидроторф положил начало советскому периоду истории гидромеханизации. Появились первые гидромеханизаторы.

В 1929—1932 годах гидромеханизация применялась на Днепрострое. В 1934—1935 годах этим способом были выполнены крупные работы по планировке площадки строительства «Азовсталь», объем которых составил около 4 миллионов кубометров.

Особенно широко использовалась гидромеханизация на строительстве канала имени Москвы, при сооружении гидростанций и других объектов. Включая работы по добыче инертных материалов, на строительстве канала имени Москвы способом гидромеханизации было выполнено 11 миллионов кубометров земляных работ, на строительстве Южной гавани в Москве — примерно 3 миллиона кубометров и на строительствах Рыбинской и Угличской ГЭС — около 8 миллионов кубометров. Следует отметить, что эти работы вклю-

чали возведение ряда сложных, чрезвычайно ответственных гидротехнических сооружений.

Советские инженеры разработали оригинальные высокоэффективные методы производства работ способом гидромеханизации и создали специальное оборудование для их выполнения. На строительстве Южной гавани, по проекту и под руководством автора этих строк, были построены первые электроземлесосные снаряды. В настоящее время снаряды этого типа получили широкое распространение.

Таков краткий обзор применения гидромеханизации в крупном гидротехническом строительстве до Великой Отечественной войны. Важно отметить, что на этих стройках был заложен прочный фундамент широкого внедрения гидромеханизации в нашу строительную индустрию.

В период Великой Отечественной войны гидромеханизация с успехом продолжала применяться главным образом в горной промышленности.

В послевоенный период особенно широкое развитие получила гидромеханизация в гидротехническом строительстве. В исключительно короткие сроки были созданы мощные электроземлесосные снаряды производительностью до 1000 кубометров грунта в час. Начала быстро расти доля гидромеханизации в общем объеме земляных работ. Так, например, на строительстве Горьковской ГЭС она превышала 80%, на строительстве Волжской гидроэлектростанции имени В. И. Ленина — 70%. В «пиковый год» строительства Волжской ГЭС имени В. И. Ленина здесь одновременно работало до 20 крупных электроземлесосных снарядов разной производительности. Общая установленная мощность этого оборудования составляла 63 тысячи киловатт. Максимальная суточная производительность достигала 300 тысяч кубометров грунта, что является мировым рекордом. Ни один из других известных сегодня способов механизации земляных работ не смог бы обеспечить такой высокой интенсивности на относительно небольшом фронте.

Высокая эффективность гидромеханизации является следствием непрерывности и автоматичности ее процессов. Гидромеханизация представляет своеобразный конвейер, объединяющий в единый технологический процесс три операции, из которых состоят земляные работы, а именно: разработку грунта, его перемещение и укладку в отвал или сооружение.

Гидромеханизация по сравнению с другими способами

производства работ в соответствующих природных условиях имеет следующие основные преимущества:

вес и стоимость оборудования гидромеханизации существенно ниже веса и стоимости оборудования той же производительности при других способах производства массовых земляных работ;

стоимость производства работ ниже, чем при других способах;

производительность рабочих, занятых на гидромеханизации, весьма высокая;

потребность в квалифицированной рабочей силе незначительна;

гидромеханизация дает возможность обеспечить огромную интенсивность работы на ограниченном фронте;

она позволяет обеспечить доброкачественную, плотную укладку грунта без применения каких-либо дополнительных средств для уплотнения.

### **Землесосные работы**

Расскажем более подробно о землесосных работах.

Принципиальная схема землесосных работ показана на рис. 1. На понтоне установлен землесос, всасывающая труба которого опущена в воду и находится в непосредственной близости от грунта, подлежащего разработке. Землесос — это центробежный насос, специально приспособленный для перекачивания не чистой воды, а смеси воды с грунтом. Такая смесь образуется в результате того, что всасываемая вода размывает грунт в непосредственной близости от входного отверстия всасывающей трубы землесоса. Частицы размытого грунта увлекаются в землесос и перекачиваются по напорному трубопроводу вместе с водой к месту их укладки. Смесь воды с грунтом называется пульпой. В пульпе содержится до 10 и более процентов грунта. Когда пульпа вытекает из трубопровода, грунт оседает, а осветленная вода возвращается обратно в водоем.

Очевидно, что эффективность работы землесосного снаряда окажется тем выше, чем больше грунта будет приходится на единицу объема всасываемой воды. Для повышения содержания грунта в пульпе применяют механические разрыхлители различных типов.

На земляных работах, связанных с переброской стока северных рек, намечено применение фрезерных и роторных разрыхлителей, или, как их иногда называют, — грунтозаборных устройств.

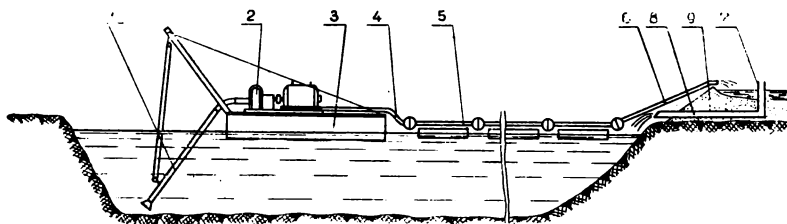


Рис. 1. Схема землесосных работ.

1 — всасывающая труба, 2 — землесос, 3 — понтон, 4 — напорная труба, 5 — плавучий пульповод на шаровых соединениях, 6 — намывной пульповод, 7 — колодец для приема осветленной воды, 8 — труба для возврата осветленной воды в водоем, 9 — тело намываемого сооружения.

Во фрезерном разрыхлителе фреза приводится во вращение длинным валом от электрического двигателя, установленного выше поверхности воды. Фреза вращается медленно и делает обычно меньше 20 оборотов в минуту, ножи ее изготовлены из очень прочной, изнсоустойчивой стали и способны врезаться в грунт, развивая усилие до 15—20 тонн. Грунт, срезанный ножами и таким способом разрыхленный, увлекается с водой во всасывающую трубу землесоса. Ножи фрезы имеют винтообразную поверхность, что способствует подаче срезанного грунта к отверстию всасывающей трубы. Разрыхлителями такого типа оборудовано подавляющее большинство современных землесосных снарядов, и они хорошо отвечают своему назначению при работе в слежавшихся плотных грунтах.

Для рыхлых песков изобретены более совершенные роторные разрыхлители, способные обеспечить значительно большее насыщение всасываемой воды грунтом. Такой разрыхлитель изобретен в СССР и уже в течение нескольких лет с успехом применяется на землесосных снарядах небольшой производительности. Устройство роторного разрыхлителя показано на рис. 2.

Роторный разрыхлитель представляет собой колесо, по окружности которого прикреплены бездонные ковши. При вращении ротора режущие кромки ковшей срезают грунт. Наполненные грунтом ковши, приходя в верхнее положение, ав-

томатически разгружаются в бункер, к нижней части которого подведена всасывающая труба землесоса. В грунтозаборном устройстве этого типа достигается принудительное, дозированное питание всасывающей трубы грунтом, благодаря чему обеспечивается более высокое насыщение пульпы.

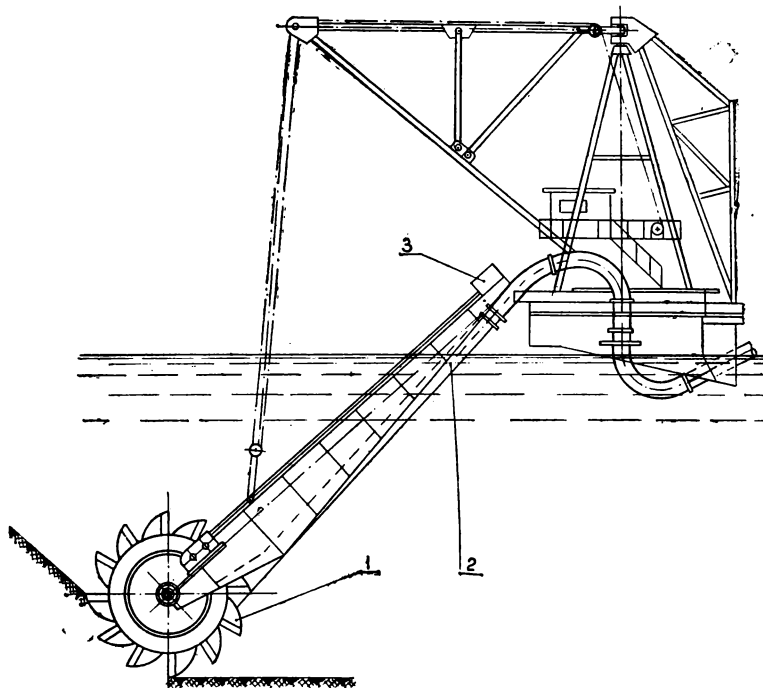


Рис. 2. Роторный разрыхлитель землесосного снаряда с подвесным пульповодом.

1 — ротор, 2 — всасывающая труба, 3 — электрический двигатель.

Двигатель, приводящий во вращение ротор, так же как и при первом типе разрыхлителя, установлен выше горизонта воды. Вращение ротору передается валом и соответствующей зубчатой передачей.

Для того чтобы процесс забора грунта протекал непрерывно и равномерно, необходимо, чтобы грунтозаборное устройство непрерывно перемещалось по мере разработки грунта. Ножи фрезы или ковши ротора должны находиться в непрерывном контакте с разрабатываемым грунтом. Переме-

щения грунтозаборного устройства, обеспечивающие такой контакт, называются рабочими перемещениями, или папильонированием. На работах, связанных с переброской стока, намечено применить землесосные снаряды с двумя различными системами рабочих перемещений. Снаряды, оборудованные фрезой, будут перемещаться при помощи свай и якорей. На рис. 3 дан схематический разрез такого снаряда. На корме понтона имеются две тяжелые металлические сваи, каждая из них может быть поднята или, наоборот, воткнута

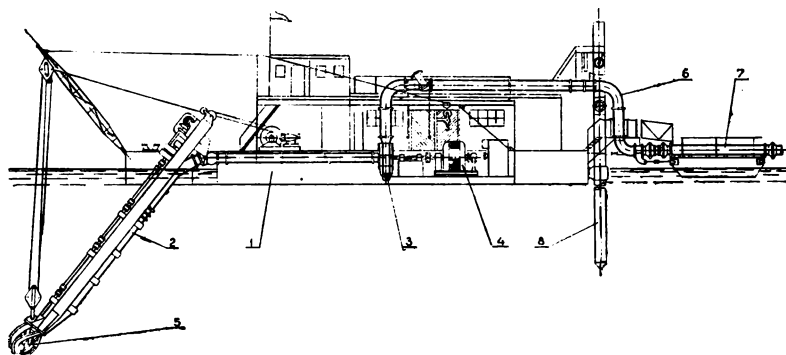


Рис. 3. Землесосный снаряд с фрезерным разрыхлителем.  
1 — понтон, 2 — рама грунтозаборного устройства, 3 — землесос, 4 — главный электродвигатель, 5 — фреза разрыхлителя, 6 — напорный пульповод, 7 — плавучий пульповод, 8 — сваи.

своим наконечником в грунт. Если теперь снаряд при помощи лебедки, тросов и якорей поворачивать то вправо, то влево (соответственно вокруг правой или вокруг левой сваи, которые на это время опускаются), то весь снаряд будет как бы шагать на сваях и таким образом продвигаться вперед. Фреза снаряда станет при этом перемещаться по дугам, вынимая грунт по всей ширине заданной прорези.

Такая система рабочих перемещений носит название свайного папильонирования. Для землесосного снаряда, оборудованного роторным разрыхлителем, советскими инженерами разработана новая система рабочих перемещений, позволяющая обходиться без якорей. Об этой системе, имеющей при разработке широких каналов ряд существенных преимуществ, будет рассказано позже.

Следующая операция состоит в перемещении вынутого грунта в сооружение или в отвал. Перемещение — перекачи-



вание — осуществляется по трубам, называемым пульповодами.

Для того чтобы соединить находящийся в непрерывном движении землесосный снаряд с неподвижными береговыми пульповодами, применяются гибкие плавучие пульповоды. Плавучий пульповод состоит из отдельных труб, уложенных на понтоны и связанных гибкими шаровыми соединениями. Благодаря этим соединениям плавучий пульповод приобретает необходимую гибкость и подвижность и не мешает землесосному снаряду совершать рабочие перемещения. По мере перемещения землесосного снаряда точка подключения плавучего пульповода к береговому должна периодически перемещаться. Большая протяженность каналов потребовала бы значительного числа таких подключений. Поэтому на работах, связанных с переброской части стока северных рек в Каспийское море, намечается подача пульпы на берег не по плавучим, а по подвесным пульповодам, что значительно удобнее. Подробнее о таком способе работ будет рассказано ниже.

Последней операцией является укладка грунта. В нашем случае грунт способом гидромеханизации будет укладываться в тело плотин, образующих водохранилища, или же в приканальные дамбы, сооружаемые попутно, как отвалы при выемке каналов.

Способ укладки грунта водой в плотину заключается в следующем: пульпа подводится к внешнему откосу намываемой плотины и выпускается из торца трубопровода в непосредственной близости от обвалования, возводимого попутно с намывом. Так как при выпуске пульпы скорость течения ее резко снижается, то начинается оседание грунта. Для отвода осветленной воды, то есть воды, освободившейся от частиц грунта, устраивается колодец. Скорость отвода воды выбирается такой, чтобы в районе колодца образовывался прудок с почти неподвижной водой, в которой смогут оседать наиболее мелкие частицы грунта.

Колодец наращивается по мере намыва плотины. Осветленная вода выводится горизонтальной трубой за пределы плотины и обычно возвращается в карьер. Таким образом, получается кругооборот воды, совершенно необходимый на некоторых участках канала, изолированных от достаточно крупных водотоков.

Грунт при помощи воды укладывается очень плотно, каждая частица грунта как бы находит свое место и задержи-

вается в углублении между другими частицами. Грунт, уложенный при помощи воды, как правило, не требует дополнительного уплотнения. Известно, что при возведении земляных сооружений сухим способом после укладки грунта ведутся сложные и трудоемкие работы по его уплотнению специальными катками или другими машинами.

Важной для гидротехнического строительства особенностью гидравлической укладки грунтов является попутная сортировка грунта по крупности его частиц. Первым из потока пульпы выпадут наиболее крупные частицы, затем частицы средней крупности и наконец — самые мелкие. Крупность частиц, таким образом, будет плавно убывать от точки выпуска пульпы по направлению к точке отвода осветленной воды. В средней части плотины окажутся самые мелкие частицы, что благоприятно отразится на противифльтрационных свойствах, то есть на способности плотины удерживать воду. Крупные частицы грунта окажутся сосредоточенными у откосов плотины, что весьма важно для повышения прочности откосов. Такое расположение частиц грунта в теле плотины, получаемое без дополнительных затрат, позволяет делать откосы плотины более крутыми и тем самым существенно уменьшать объем работ.

Сооружения, которые должны быть построены для того, чтобы повернуть воды Печоры и Вычегды на юг, расположены на севере Европейской части СССР (между 62 и 65-й параллелями), в районах, отличающихся затяжной зимой с низкими температурами. Земляные работы способом гидромеханизации в условиях отрицательных температур связаны со значительными трудностями, поэтому как выемка каналов, так и постройка плотин будут производиться в основном в безморозный период. Зимой же будут вестись ремонт всего оборудования и всевозможные подготовительные работы.

Следует отметить, что накопленный в нашей стране опыт гидромеханизации в зимних условиях позволяет уверенно применять меры для существенного удлинения сезона гидромеханизированных работ. К таким мерам прежде всего относятся:

утепление поверхности забоя в целях борьбы с образованием мерзлого слоя;

борьба с льдообразованием на поверхности водоема путем искусственного перемешивания более теплых глубинных слоев воды с поверхностными — охлажденными;

механизация работ по выколке и удалению льда для поддержания майны у землесосного снаряда и плавучего пульповода.

### Отсыпка плотин

Для того чтобы перегородить Печору, потребуется отсыпать более 110 миллионов кубометров грунта. Около 15 миллионов грунта предстоит отсыпать в плотину, которая перегородит Вычегду. Верхняя Кама также должна быть перегороджена плотиной. Все эти плотины будут намываться из песчаных грунтов новыми мощными землесосными снарядами. Самые крупные из этих снарядов, которыми намечается выполнить основные объемы работ по намыву плотин, будут иметь производительность в полтора раза превышающую производительность самых больших землесосных снарядов, применяемых сегодня. Она будет равняться 1500 кубометрам грунта в час. Проектирование такого землесосного снаряда заканчивается в институте Гидропроект.

Снаряд будет оборудован фрезерным разрыхлителем, приводимым во вращение электрическим двигателем мощностью в 800 киловатт. Наибольшая глубина опускания разрыхлителя составит 18 метров, другими словами, земснаряд сможет разрабатывать грунт на глубине до 18 метров. У современных крупных снарядов эта глубина составляет всего 11—15 метров. Увеличение глубины разработки является важным усовершенствованием, так как позволит необходимое для постройки плотины количество грунта добыть на меньшей площади и тем самым сократить расстояние, на которое будет перекачиваться грунт.

Корпус землесосного снаряда будет иметь длину 55 метров и ширину 12 метров. В трюме предполагается установить два землесоса с электродвигателями мощностью 3000 киловатт. Для того чтобы разработать 1500 кубометров грунта в час, эти землесосы должны будут перекачивать в час 12000 кубометров пульпы. Таким образом, на кубометр грунта будет расходоваться в среднем 8 кубометров воды. Этот расход воды является одним из основных показателей, характеризующих качество землесосных снарядов. В современных землесосных снарядах, работающих в гидротехническом строительстве, расход воды составляет в среднем 10 кубометров на кубометр грунта, то есть на 25 процентов больше, чем в проектируемом.

По трубам диаметром в 1 метр пульпа будет со скоростью около 4—5 метров в секунду подаваться из карьера, где работает землесосный снаряд, в тело намываемой плотины на расстояние 4—5 километров. Для подачи грунта с такой же интенсивностью при помощи автотранспорта потребовалась бы одновременная работа 125 десятитонных самосвалов.

Общая мощность всех двигателей землесосного снаряда составит 9800 киловатт. Электроэнергия будет подаваться с берега по гибкому кабелю, уложенному по понтонам плавучего пульповода. Крупные двигатели на землесосном снаряде будут работать на напряжении в 6000 вольт. Для питания электродвигателей всевозможных вспомогательных механизмов предусматривается установка на снаряде понижающего трансформатора мощностью 320 киловатт. На земснаряде намечается установка 20 различных электродвигателей.

Рабочие перемещения снаряда станут осуществляться при помощи двух папильонажных лебедок, развивающих тяговое усилие до 25 тонн каждая.

Плавучий пульповод снаряда, связывающий его с береговыми пульповодами, проектируется из 50 звеньев, соединенных между собой шаровыми шарнирами. Общая длина плавучего пульповода составит 500 метров, что сведет к минимуму количество подключений к береговым трубам.

Управление всеми механизмами землесосного снаряда сосредоточивается в рубке багермейстера (багермейстером принято называть главного оператора, управляющего работой землесосного снаряда). Нажимая соответствующие кнопки или поворачивая ключи, багермейстер может запустить или остановить главный двигатель, вращающий землесос, остановить или запустить двигатель разрыхлителя, управлять пуском и остановкой различных лебедок: рабочих перемещений снаряда, для подъема и опускания свай, для подъема и опускания грунтозаборного устройства.

Для того чтобы все механизмы землесосного снаряда работали в наивыгоднейшем режиме, необходимо регулировать число оборотов некоторых электродвигателей в соответствии с изменяющимися внешними условиями. Так, например, изменения грунта требуют соответственного изменения числа оборотов фрезы разрыхлителя, увеличение дальности и высоты подачи грунта делают целесообразным увеличение числа оборотов землесоса. Также необходимо иметь возможность изменять скорости рабочих перемещений снаряда. Все эти манипуляции могут производиться из рубки багермейстера.

На новом землесосном снаряде предусматривается целый ряд автоматических устройств, упрощающих управление земснарядом, а также исключающих возможность аварий вследствие ошибочных действий оператора. Укажем для примера, что на современных крупных землесосных снарядах запуск землесоса продолжается 10—15 минут, так как связан с пуском вспомогательного насоса, открытием и закрытием ряда водопроводных задвижек и некоторыми другими операциями, требующими согласованных действий трех-четырех рабочих. На новом снаряде запуск землесоса будет осуществляться нажатием всего одной кнопки. Все необходимые операции станут протекать автоматически, в нужной последовательности, с непрерывным, автоматическим же контролем правильности протекания процесса запуска.

Новые землесосные снаряды оборудуются автоматической контрольно-измерительной аппаратурой. Специальные приборы будут показывать производительность землесосного снаряда и автоматически суммировать ее за любой заданный отрезок времени. Автоматически будут регистрироваться все возможные простои снаряда. Багермейстер получит возможность дистанционно контролировать работу всех механизмов землесосного снаряда, он будет знать загрузку всех электродвигателей, температуру наиболее ответственных подшипников, давление в трубопроводах и т. п. В рубку будут поступать световые и звуковые сигналы о всех неисправностях. Во всех отсеках понтона землесосного снаряда будут установлены датчики, автоматически сигнализирующие о появлении воды.

Для облегчения ремонтов на землесосном снаряде предусматривается установка вспомогательных электрофицированных грузоподъемных устройств и специального механизированного инструмента. Предполагается широкое внедрение крупноагрегатного способа ремонта, при котором вместо ремонта отдельных механизмов снаряда, путем смены их частей, производится замена изношенного механизма или крупного узла в целом — отремонтированным в заводских условиях. Такой способ ремонта значительно сократит потери рабочего времени и, что также очень важно, существенно повысит качество ремонта.

Перечисленные усовершенствования позволят уменьшить состав команды нового землесосного снаряда. Такой снаряд сможет обслуживать команда из пяти человек, в то время как для обслуживания землесосного снаряда типа 1000—80,

имеющего производительность 1000 кубометров грунта в час, требуется не менее десяти человек. Если учесть, что производительность нового снаряда в полтора раза больше, то получается, что выработка на одного человека из состава команды возрастет в три раза.

По сравнению с существующими снарядами новый землесосный снаряд, создаваемый для намыва плотин, сможет подавать грунты на значительно большие расстояния. Так, если дальность подачи для самых крупных, существующих сегодня снарядов 3,5 километра, то для нового землесосного снаряда она составит около 5 километров. Увеличение дальности подачи позволит обойтись без дополнительных перекачивающих станций на пульповодах и тем самым значительно упростить и удешевить производство работ. Для получения напора, достаточного для перекачивания пульпы на такое большое расстояние, на землесосном снаряде предусматривается установка двух последовательно включенных землесосов. Пульпа, засасываемая первым землесосом, станет проходить и через второй землесос, благодаря чему давление в пульповоде может быть поднято до 10 атмосфер. Самый крупный из работающих в настоящее время на наших строительствах землесосных снарядов оборудован одним землесосом и может развивать давление только до 8 атмосфер.

На землесосном снаряде будут расположены только дежурные и бытовые помещения. Команда станет жить на берегу или на благоустроенной брандвахте, поскольку непосредственно на землесосном снаряде из-за шума и ряда других неудобств практически невозможно создать нормальные условия для отдыха. При использовании снарядов для намыва плотин нет и производственной необходимости в проживании команды на землесосном снаряде, так как район перемещения снаряда ограничен.

Новые электроземлесосные снаряды, которые создаются для намыва плотин, образующих водохранилища на Печоре, Вычегде и Каме, явятся серьезным шагом вперед в деле совершенствования гидромеханизации. Эксплуатация этих машин послужит отличной школой, в которой вырастет новый отряд механизаторов — борцов за создание материально-технической базы коммунистического общества. Неизмеримо возрастет производительность труда рабочих, занятых на отсыпке плотин. Если принять сухой способ их возведения, то даже при крупных экскаваторах и большегрузных автосамосвалах выработка на одного рабочего не превысит 40—50 кубометров

грунта в сутки, в то время как при применении новых землесосных снарядов она будет не менее 200 кубометров, то есть в четыре раза больше. Нельзя не отметить и изменения характера труда. Тяжелый физический труд водителей крупных самосвалов и катков заменится трудом оператора, нажимающего те или иные кнопки на пульте управления землесосным снарядом.

Рост производительности труда сокращает потребность в рабочих на данном строительстве, что в условиях социалистического государства открывает возможность использования их на других объектах, также необходимых народному хозяйству. Кроме того, сокращение количества рабочих позволит соответственно сократить объем временного жилищного строительства и получить, таким образом, существенную дополнительную экономию средств.

### Сооружение каналов

Воды Печоры и Вычегды предполагается направить в бассейн Волги по двум каналам, которые перережут Печоро-Вычегодский и Вычегодско-Камский водоразделы. Печоро-Вычегодский канал пройдет в песчаных грунтах. Длина его превысит 60 километров при наибольшей глубине около 35 метров и ширине до 300 метров. Объем грунта, который должен быть вынут при постройке этого грандиозного канала, составит около 170 миллионов кубометров. Вычегодско-Камский канал будет иметь длину около 100 километров. Объем грунта, который предстоит вынуть при прокладке канала, превысит 360 миллионов кубометров. Таким образом, суммарный объем работ по каналам превысит полмиллиарда кубометров. Для сравнения укажем, что объем грунта, вынутого при сооружении канала, соединяющего реку Москву с Волгой (канал имени Москвы), составил всего 110 миллионов кубометров, а на Волго-Донском канале, при протяженности водного пути в 100 километров, объем выемок не достиг и 30 миллионов кубометров.

Если 530 миллионов кубометров грунта, вынимаемого при сооружении каналов, погрузить на железнодорожные платформы, то длина состава достигла бы 500 тысяч километров. Состав такой длины мог бы опоясать земной шар четырнадцать раз, а космическому кораблю потребовалось бы более 17 часов, чтобы долететь от хвоста до головы такого состава.

Длина такого состава почти на одну треть превышает расстояние от Земли до Луны. Только государству, построившему социалистическое общество и победоносно идущему по пути строительства коммунизма, по силам браться за такие работы, объемы которых выражаются астрономическими цифрами. То, что вчера еще казалось несбыточной фантазией, красивой мечтой, сегодня превращается в конкретную задачу, для выполнения которой намечаются совершенно реальные, технически и экономически обоснованные сроки.

### **Новый землесосный снаряд с подвесным пульповодом**

Выемку каналов намечено производить при помощи новых землесосных снарядов с подвесным пульповодом, производительностью 3000 кубометров грунта в час. Это в десять раз превосходит производительность снарядов, работавших на выемке канала Волга-Дон, в три раза больше производительности самых крупных землесосных снарядов, работавших на намыве грандиозных волжских плотин у Куйбышева и Волгограда. 3000 кубометров в час — это 5 вагонов грунта в минуту. Состав из 50 двухосных платформ может быть загружен таким снарядом в 10 минут. Производительность таких снарядов соразмерна задачам сооружения грандиозных каналов.

Общий вид землесосного снаряда с подвесным пульповодом изображен на рис. 4. Снаряд оборудован роторным грунтозаборным устройством, описанным выше (см. рис. 2). Это устройство позволяет вести разработку грунтов на глубинах от 7 до 20 метров. Такое грунтозаборное устройство рассчитано на работу в песчаных, гравелисто-песчаных и супесчаных грунтах, то есть грунтах, содержащих глинистые частицы в небольших количествах. Они носят название несвязных, в отличие от связных, глинистых грунтов, трудно разрабатываемых и прилипающих к ковшам. Грунты, которые предстоит вынимать при сооружении каналов, в основном относятся к несвязным. Для выемки встречающихся в небольших количествах глинистых грунтов намечено применить землечерпательные снаряды со специальными плавучими отвальными мостами. О них речь пойдет ниже.

Ротор нового землесосного снаряда приводится во вращение электродвигателем мощностью 600 киловатт и делает



2 оборота в минуту. По окружности ротора размещено 20 ковшей. Ширина ковша 2 метра. Емкость каждого ковша примерно 6 кубометров, то есть равна грузоподъемности 10-тонной автомашины.

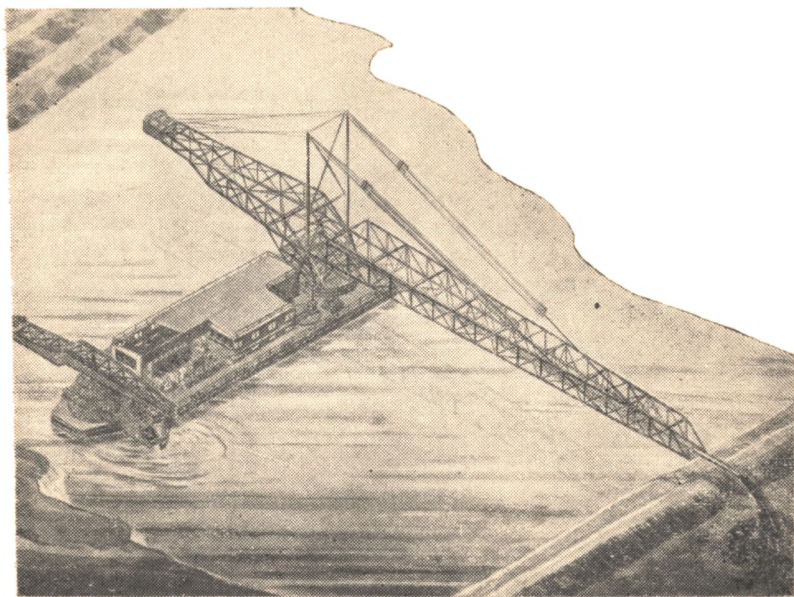


Рис. 4. Землесосный снаряд с подвесным пульповодом.

Диаметр ротора по ковшам 10 метров. Вес ротора с приводным устройством и рамой, на которой он подвешен к снаряду, составляет около 250 тонн. Подъем и опускание ротора в целях регулирования глубины разработки осуществляются при помощи электрической лебедки грузоподъемностью 25 тонн и 10-кратного полиспаста.

Роторное грунтозаборное устройство установлено в носовой части снаряда так, что может вместе со стрелой, служащей для его подъема и опускания, поворачиваться вокруг вертикальной оси. В этих поворотах и состоят рабочие перемещения, благодаря которым ковши все время находятся в контакте с разрабатываемым забоем. После выработки грунта на

всей дуге поворота снаряд при помощи свайного хода подается вперед, и грунтозаборное устройство, поворачиваясь в противоположном направлении, разрабатывает забой на следующей полосе, затем операции повторяются. Повороты грунтозаборного устройства вокруг вертикальной оси осуществляются от специального двухмоторного привода. Такая система рабочих перемещений принципиально отличается от обычно применяемой тем, что поворачивается не весь снаряд, а только одно грунтозаборное устройство; весь же снаряд при помощи свайного хода особой конструкции периодически подается вперед, в направлении разработки.

Роторное устройство сможет обеспечить высокое насыщение пульпы грунтом, а именно: на кубометр грунта будет расходоваться всего 6 кубометров воды, в то время как современные земснаряды расходуют в среднем около 10 кубометров. Уже один этот важнейший показатель свидетельствует о высокой эффективности нового оборудования.

При производительности в 3000 кубометров грунта в час землесос, установленный на снаряде с подвесным пульповодом, должен пропускать через себя 18 000 — 20 000 кубометров пульпы в час. Землесос, способный перекачать такое количество пульпы, будет иметь диаметр всасывающего патрубка 1070 миллиметров; диаметр рабочего колеса землесоса составит 2,36 метра, при ширине равной 650 миллиметров. Через такое рабочее колесо смогут беспрепятственно проходить валуны диаметром до 600 миллиметров и весом до 800 килограммов. Землесос будет приводиться во вращение двумя электродвигателями мощностью по 2900 киловатт. Число оборотов рабочего колеса принято 250 в минуту. Относительно невысокое число оборотов рабочего колеса землесоса способствует увеличению сроков службы его деталей.

Корпус землесоса, его рабочее колесо и ряд других деталей, которые в процессе работы соприкасаются с пульпой и поэтому подвержены сильному износу, будут изготавливаться из специальных износостойчивых сталей.

Специально поставленные исследования показывают, что могут быть созданы сплавы, которые при правильной термической обработке окажутся в 8—10 раз прочнее на износ по сравнению с простыми, углеродистыми сталями. Несмотря на то, что стоимость специальных сталей значительно (иногда в несколько раз) выше стоимости простой стали, применение специальных износостойчивых сталей, несомненно, даст большую экономию за счет сокращения непроизводительных

простоев, вызываемых ремонтами. Обычно землесосные снаряды по причинам, связанным со сменой износившихся деталей, простаивают до 10—15 процентов всего календарного времени, то есть ежемесячно по 70—100 часов (в среднем около четырех суток в месяц). Кроме того, износ таких деталей, как рабочее колесо, приводит к существенному снижению производительности землесосного снаряда, так как при быстрой изнашиваемости неизбежна работа на частично изношенных колесах. Снижение производительности также приводит к значительным убыткам.

Повышение сроков службы оборудования одно из важнейших средств повышения эффективности гидравлического способа земляных работ. Огромная производительность нового снаряда придает особое значение задаче увеличения количества часов его полезной работы. Принимается целый ряд мер, для того чтобы до предела снизить его непроизводительные простои. Мы уже говорили, что каждая минута работы такого снаряда — это пять вагонов, загруженных грунтом, следовательно, минуты, на которые удастся сократить простои, дадут многие десятки и даже сотни вагонов перемещенного грунта.

Одним из важнейших мероприятий, направленных к увеличению надежности, а следовательно, и часов чистой работы землесосного снаряда, является установка на нем резервного землесоса. На снаряде монтируются два одинаковых землесоса, и каждый из них имеет свой полный и независимый комплект вспомогательного оборудования и пусковых приспособлений. Следует отметить, что ни на одном из работающих сегодня на гидротехнических строительствах землесосных снарядов нет резервных землесосов.

Землесосы установлены в правом и левом понтонах корпуса снаряда. Допустим, один из землесосов в результате нормального износа требует полной замены или хотя бы смены рабочего колеса. Даже при условии полной механизации ремонтных работ такая замена потребует самое меньшее около 10 часов, или, другими словами, земснаряд недодаст 30 000 кубометров грунта. Резервный же землесос может быть включен в работу через 30 минут после остановки первого; потери грунта, таким образом, составят всего 1500 кубометров, то есть в 20 раз меньше. Вот что даст установка резервного землесоса. Надо сказать, что резервный землесос на таком крупном земснаряде, как наш, совершенно несущественно отразится на его стоимости.

Для сокращения ремонтных простоев на земснаряде намечается широко применять крупноагрегатный ремонт, при котором отдельные узлы и механизмы целиком заменяют запасными. Узел или агрегат, требующий ремонта, будет отправляться на завод или в мастерские. Такой способ ремонта не только сократит непроизводительные потери рабочего времени на снаряде, но и значительно повысит качество ремонта, так как, конечно, в заводских условиях есть гораздо больше возможностей для доброкачественного ремонта, чем непосредственно на снаряде.

Крупноагрегатная система ремонта будет широко внедрена не только для этого землесосного снаряда, но и для всех строительных машин, занятых на строительстве сооружений для переброски стока Печоры и Вычегды. В районе строительства, в местах, удобных для подъезда, предстоит построить крупные специализированные механические заводы для ремонта отдельных узлов и агрегатов строительных машин.

Переход к такой системе ремонта и есть одно из тех мероприятий, которые, наряду с применением более мощных и эффективных машин, изменят характер строительства, поднимут его до уровня, отвечающего задачам создания материально-технической базы коммунистического общества.

Основная особенность нового землесосного снаряда, специально предназначенного для разработки крупных каналов, состоит в способе передачи грунта на берег. Грунт из напорного патрубка землесоса поступает в пульповод, укрепленный на стреле длиной 130 метров. Стрела подвешена на стальных тросах к башне и может вместе с ней поворачиваться вокруг вертикальной оси в любом направлении на полную окружность. Чтобы башня с подвесным пульповодом могла беспрепятственно совершать эти повороты, на вертикальном участке пульповода устроено шарнирное соединение. Поворот осуществляется при помощи двух электродвигателей и зубчатой передачи. Для изменения высоты выпуска пульпы из подвесного пульповода на снаряде установлены специальные лебедки, позволяющие изменять угол наклона всей стрелы. Высота выпуска пульпы над горизонтом воды может изменяться от 8 до 37 метров. Диаметр подвешенного к стреле пульповода 950 миллиметров. Для того чтобы пропустить по этой трубе 3000 кубометров грунта в час, скорость пульпы в ней должна равняться примерно 8 метрам в секунду, или 30 километрам в час.

Стрела, несущая пульповод, имеет легкую ажурную кон-

струкцию. Стрела с пустым пульповодом весит 90 тонн, что при длине, превышающей сто метров, совсем немного. Полезная нагрузка стрелы при заполненном пульповоде составляет 84 тонны. Для уменьшения крена земснаряда на вращающейся башне, к которой стрела крепится стальными тросами, имеется противовес в 200 тонн. Управление поворотами башни, а также подъем и опускание стрелы с подвесным пульповодом может производиться дистанционно, нажатием соответствующих кнопок на пульте багермейстера.

Продвижение землесосного снаряда, по мере выработки грунта, вперед производится при помощи свайного хода оригинальной конструкции. На снаряде имеются четыре сваи, две из них служат для передвижения снаряда и две, так называемые прикольные сваи, помогают удерживать снаряд на месте во время перестановки напорных свай.

Напорные сваи, при помощи специального механизма, перемещаются в прорезях, сделанных в барабанах. Барабаны в свою очередь поворачиваются вокруг вертикальной оси так, что прорезы могут быть направлены под любым углом к продольной оси земснаряда. Благодаря такому устройству, землесосный снаряд, отталкиваясь напорными механизмами одновременно от двух свай, может двигаться в любом направлении, как это показано на рис. 5.

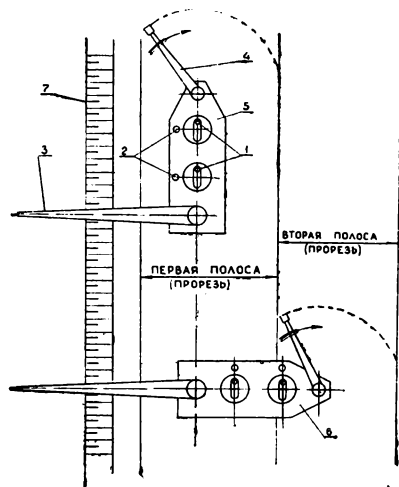


Рис. 5. Схема рабочих перемещений землесосного снаряда с подвесным пульповодом.

1 — напорные сваи, 2 — приколные сваи, 3 — подвесной пульповод, 4 — грунтозаборное устройство, 5 — положение снаряда при разработке первой прорези, 6 — положение снаряда при разработке второй прорези, 7 — откос канала.

Конструктивные особенности землесосного снаряда с подвесным пульповодом позволяют разрабатывать канал шириной по верху до 300 метров и укладывать вынутый грунт по берегам в виде приканальных дамб высотой до 20 метров.

Так как организация земляных работ с помощью такого снаряда принципиально отличается от организации работ существующими снарядами, то следует рассказать о ней более подробно. На рис. 5 схематически показано положение землессосного снаряда, последовательно разрабатывающего канал на полную ширину. При разработке первой полосы барабаны свайного хода повернуты так, что прорезы направлены вдоль снаряда. Отталкиваясь от свай, снаряд подается носом вперед. Грунтозаборное устройство, поворачиваясь вправо и влево, будет вынимать грунт на ширине первой полосы. Подвесной пульповод, при таком движении снаряда, повернут поперек корпуса.

При разработке второй полосы свайные барабаны поворачиваются так, что прорезы оказываются направлены поперек корпуса землесснаряда. При таком направлении свайных прорезей снаряд, отталкиваясь от свай, продвигается вперед не носом, как это было при разработке первой полосы, а бортом и его грунтозаборное устройство будет вынимать грунт на второй полосе.

Подвесной пульповод при разработке второй полосы должен быть направлен вдоль корпуса снаряда. Все это хорошо видно на рис. 5. Такой способ разработки, при котором землессосный снаряд может продвигаться вперед не только носом, но и бортом, обеспечивает включение в полезную длину всего пульповода, уложенного на корпусе снаряда, и таким образом как бы увеличивает расстояние от места выемки грунта до места его укладки. Центр вращения башни подвесного пульповода не удаляется от берега при переходе от разработки первой полосы к разработке второй полосы. Только благодаря описанной новой системе рабочих перемещений появилась возможность при подвесном пульповоде длиной 130 метров разрабатывать канал шириной до 300 метров.

Если попытаться разработать канал такой ширины землессосным снарядом с подвесным пульповодом старой конструкции, то пришлось бы иметь пульповод длиной не менее 180 метров, то есть на 50 метров больше, чем у описанного нового снаряда. Такое значительное увеличение длины подвесного пульповода, как показали расчеты, приводит к огромным конструктивным трудностям. Создание землессосного снаряда с подвесным пульповодом для разработки широких каналов без использования новых систем рабочих перемещений, по-видимому, невозможно.

Таким образом, создаваемое советскими инженерами спе-

циальное землесосное оборудование отличается от работающего сегодня не только большей производительностью, но и рядом конструктивных особенностей, существенно расширяющих его возможности. Такое же замечание может и должно быть сделано в отношении почти всех других строительных машин, намеченных к использованию при сооружении плотин, каналов и других гидротехнических сооружений, связанных с переключением части стока Печоры и Вычегды в Каму.

Корпус землесосного снаряда с подвесным пульповодом также значительно отличается от корпусов обычных землесосных снарядов. Для того чтобы увеличить его остойчивость, то есть способность сопротивления крену, вызываемому подвесным пульповодом, корпус будет построен из двух отдельных понтонов, раздвинутых на 10 метров. Понтоны соединяются между собой стальными фермами. Корпуса такого типа носят название — ката-маран. Подобные корпуса известны с древнейших времен. Идея их заимствована у жителей Океании, связывающих шестью две лодки и смело выходящих на таких судах в открытое море. Горьковский судостроительный завод «Красное Сормово» на этом же принципе построил несколько грузовых судов, плавающих по Волге с 1961 года. Помимо увеличения остойчивости, такая система корпуса облегчит переброску новых землесосных снарядов с судостроительных заводов в районы работ. В конструкции предусмотрена возможность разборки корпуса. Вместо общей ширины, равной 26 метрам, после разборки получится два понтона шириной 8 метров каждый. Такие понтоны могут буксироваться и по малым рекам.

Так же как и на снарядах для намыва плотин, на снарядах с подвесным пульповодом не предусматривается жилье для команды. Бытовые помещения будут состоять из каюты для приема пищи, небольшого камбуза для подогрева пищи, каюты для дежурного персонала и санитарных устройств. Несмотря на большие размеры снаряда и наличие свободных и достаточно высоких трюмов, признано, что на землесосном снаряде не могут быть созданы хорошие условия для проживания членов команды и их семей. Земснаряды будут сопровождать хорошо оборудованные брандвахты с общими каютами для одиноких рабочих и каютами-квартирами для семейных. На брандвахтах же будут магазины, красные уголки с киноустановками, столовые, парикмахерские, бани и т. п. Землесосным снарядам с подвесными пульповодами предстоит перемещаться на значительные расстояния, поэтому при-

данные им брандвахты должны иметь все необходимое для обеспечения бытовых удобств личному составу.

Все управление землесосным снарядом сосредоточивается в рубке багермейстера. Рубка расположена над грунтозаборным устройством и поворачивается вместе с ним, чем достигается хороший обзор забоя при любом положении снаряда. Ряд процессов управления снарядом будет полностью или частично автоматизирован. Так, полностью автоматизируются запуск и остановка землесосного снаряда.

Как мы уже рассказывали при описании землесосного снаряда для намыва плотины, запуск и остановка крупного земснаряда связаны с выполнением ряда операций в строго определенной последовательности. Например, до включения главного двигателя землесоса необходимо отсосать из него воздух, что делается при помощи эжектора, работающего от вспомогательного насоса чистой воды. После запуска эжектор должен быть отключен, ряд задвижек на вспомогательных трубопроводах необходимо закрыть, другие, наоборот, открыть и т. д. На землесосном снаряде с подвесным пульповодом все эти операции будут производиться автоматически в заданной последовательности. При этом сигнал для выполнения каждой следующей операции будет автоматически подан только тогда, когда соответствующие приборы проконтролируют правильность выполнения предыдущей операции. Процессы запуска и остановки сможет также контролировать багермейстер: в рубке будет установлено световое панно, на экране которого можно видеть, какие двигатели включены или выключены, какие задвижки и клапаны на главных и вспомогательных трубопроводах открыты или закрыты. Целесообразность автоматизации пуска и остановки землесосных снарядов подтверждена на снарядах производительностью 1000 кубометров грунта в час. Совершенно понятно, что на более крупных снарядах автоматизация этих операций даст еще больший экономический эффект.

На земснаряде с подвесным пульповодом, кроме того, в значительной степени автоматизируется управление рабочими перемещениями. Так, грунтозаборное устройство станет автоматически поворачиваться вправо и влево на заданный угол. По мере выработки грунта земснаряд будет также автоматически подаваться вперед, отталкиваясь от свай в заданном направлении. Автоматически будут выбираться самые выгодные скорости рабочих перемещений, такие скорости, которые в данных условиях обеспечивают наибольшее насыщение



пульпы грунтом. Специальные устройства станут автоматически поддерживать заданную глубину разработки.

Кроме перечисленных устройств, облегчающих управление землесосным снарядом, предусматривается установка ряда автоматических блокировок, исключающих опасные ошибки оператора. Так, например, при опущенной прикольной свае специальный автомат не позволит включить напорный механизм рабочих свай, так как это может привести к поломке.

Большое количество контрольно-измерительных и регистрирующих приборов, установленных в рубке багермейстера, позволит в каждый данный момент знать загрузку всех электродвигателей, производительность земснаряда по грунту и по пульпе, температуру наиболее ответственных подшипников, глубину разработки, положение свай и т. д. В рубке будут установлены телевизоры, которые позволят наблюдать за процессом намыва и таким образом дадут возможность дистанционно управлять этой сложной операцией.

На землесосном снаряде с подвесным пульповодом предусматривается установка автоматической телефонной станции на 20 номеров. Для связи с берегом будет применяться радиотелефон.

Процесс укладки грунта намывом в приканальные дамбы сводится к следующему.

Предварительно, до начала намывных работ, вдоль бровки канала, вдоль основания откоса приканальной дамбы, должен быть отсыпан вал высотой 2—3 метра. Назначение этого вала — не пустить пульпу, вытекающую из подвесного пульповода, обратно в канал. Пульпа станет растекаться в сторону от канала, и грунт откладываться свободным откосом. По мере намыва первоначально отсыпанный вал должен наращиваться. Эта операция будет выполняться при помощи специальных быстроходных бульдозеров. Для обеспечения наибольшей оперативности и согласованности работы отдельных бульдозеров предполагается осуществить дистанционное управление ими по радио. Попутное обвалование очень важно вести в полной увязке с процессом намыва, управление которым осуществляется из рубки багермейстера, поэтому и поставлена задача дать возможность специальному помощнику багермейстера наблюдать при помощи телевидения за намывом и соответственно с обстановкой управлять работой бульдозеров по радио. Соединение в одном месте управления намывом и обвалованием не только даст экономию в рабочей силе, но и значительно сократит возможность промывов вала.

Наблюдение за работой машин по телевидению и управление ими по радио — сегодня уже не фантазия кабинетных мечтателей, это реальность, это вполне разрешимая и уже решенная в некоторых областях инженерная задача. Достаточно вспомнить космические корабли, все чаще и чаще бороздящие под советским флагом необозримые просторы космоса. Известно, что опыты управления тракторами по радио проводились в сельском хозяйстве, причем были получены удовлетворительные результаты.

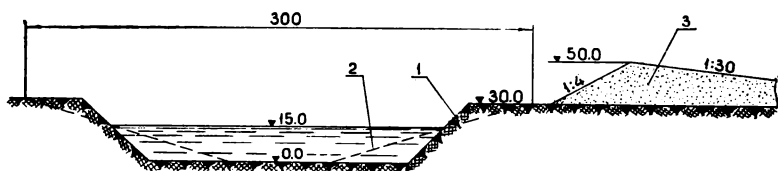


Рис. 6. Поперечное сечение канала и приканальной дамбы в самом глубоком месте.

1 — временный откос канала после прохода земснаряда, 2 — постоянный откос канала, который установится после оползания временного крутого откоса, 3 — приканальная дамба, возводимая попутно с выемкой канала.

Так как со стороны канала непрерывно, попутно с намывом, возводится вал, то этот откос получается крутым и его называют принудительным откосом. Второй, свободный откос получается очень пологим, так как частицы грунта будут уноситься на сотни метров от места выпуска из пульповода. Профиль приканальной дамбы, которая окажется намытой на самых глубоких участках канала, показан на рис. 6.

Осветленная вода, то есть вода, использованная уже для намыва, как правило, возвращается обратно в канал. Такой способ называется работой с кругооборотом воды. На отдельных участках каналов кругооборот воды явится неременным условием их сооружения, так как землесосным снарядам потребуются для работы целые реки воды.

Расчеты показывают, что для выемки каналов в заданные сроки предстоит сосредоточивать в одном пункте четыре или даже пять землесосных снарядов с подводными пульповодами. Для работы пяти снарядов без кругооборота потребовалось бы 100 000 кубометров свежей воды в час, то есть больше, чем несла Москва-река у Кремля до постройки канала, соединившего ее с Волгой. Возвращение таких огромных количеств воды обратно в канал потребует специальных мер по предо-

хранению откосов уже отрытых участков канала от случайных размывов. Необходимо устройство всевозможных дамб, чек, канав, водосбросов, быстроток и других гидротехнических сооружений для сбора осветленной воды и организованного возвращения ее в канал.

Применение новых землесосных снарядов с подвесным пульповодом на работах по выемке Печоро-Вычегодского и Вычегодско-Камского каналов может дать, по сравнению с работой на обычных снарядах, экономию, измеряемую десятками миллионов рублей.

Дело в том, что при выполнении работ, рассредоточенных на большом протяжении, обычными землесосными снарядами, применяемыми в настоящее время, возникает ряд трудностей, усложняющих и удорожающих работу: необходимы частые перекладки якорей для перемещения земснарядов, переносы точки подключения плавучего пульповода к береговому, частые переустройства береговых намывных пульповодов. Опыт эксплуатации обычных земснарядов при возведении сооружений большой протяженности показывает, что до 50%, а в отдельных случаях и больше, всех непроизводительных простоев вызывается работами по переносу коммуникаций снаряда. Особенно велики потери времени на крупных машинах: переключение берегового пульповода снаряда производительностью 1000 кубометров грунта в час, при хорошей организации труда и применении плавучего крана, требует не менее 6—8 часов. Перенос якорей связан с остановкой снаряда на 2—3 часа. Эта работа была бы особенно сложной в конкретных условиях проектируемых каналов. Оба канала на значительной части своей длины пройдут по сильнозаболоченной местности. Закладка и закрепление якорей в болотах может потребовать сложных и дорогих работ — вплоть до забивки свай.

Новая конструкция снаряда позволяет работать без якорей и без береговых пульповодов. Эти особенности, наряду с усовершенствованием грунтозаборного устройства, увеличением мощности снаряда, повышением его надежности, а также автоматизацией, — обеспечат высокую эффективность землесосных снарядов с подвесным пульповодом.

Над созданием проекта снаряда более двух лет работал большой инженерный коллектив института Гидропроект. Снаряд в целом и отдельные узлы его запроектированы с учетом последних отечественных и зарубежных достижений в области землесостроения.

Строителям при сооружении каналов придется встретиться со значительными торфяными залежами. Толщина слоя торфа, прикрывающего минеральный грунт, на отдельных участках будет превышать 3—4 метра и может создать затруднения в работе землесосного снаряда с подвесным пульповодом. В молодом, малоразложившемся торфе (а он встречается на трассах каналов) содержится большое количество пней и других остатков растительности, которые могут засорить землесос. Для разработки торфа будет создано оборудование, специально приспособленное к специфическим условиям работы на каналах. Калининский торфяной институт провел обследование торфов, встречающихся на трассах каналов, и создал схему снаряда для их выемки. Разработку и удаление торфа намечается выполнить способом гидромеханизации.

Торфяной пласт станет размываться мощными водяными струями и размыйтый торф — перекачиваться установленным на понтоне торфососом на отведенные для этой цели обвалованные участки. Обмытые пни будут удаляться из забоя при помощи кранов с захватными приспособлениями.

### **Землечерпалка с отвальным мостом**

Разведка грунтов по трассам каналов установила, что на отдельных участках встречаются моренные суглинки, содержащие валуны. Такой грунт нельзя разрабатывать землесосными снарядами, рассчитанными на выемку песчаных и супесчаных грунтов. При работе в суглинках, содержащих валуны, производительность грунтозаборного устройства, устанавливаемого на землесосном снаряде с подвесным пульповодом, упадет в несколько раз; соответственно возрастет стоимость работ, они станут невыгодными. Поэтому решено создать специальные агрегаты, при помощи которых и тяжелые суглинистые участки могли бы быть разработаны достаточно экономично и в нужные сроки.

Для таких агрегатов предполагается использовать мощные многочерпаковые землечерпалки, соединенные с огромными плавучими отвальными мостами. Работа многочерпаковых землечерпалок в суглинистых и даже тяжелых глинистых грунтах, содержащих валуны, неоднократно проверялась на практике и при достаточной мощности черпакового устройства не вызывает сомнения, а плавучий отвальный мост наилучшим

способом решает задачу перемещения вынутаго грунта в приканальные отвалы.

Моренные суглинки, встречающиеся на трассах каналов, залегают слоем до 6—7 метров, они приурочены ко дну канала и повсеместно прикрыты песками. Таким образом, землеройные агрегаты, состоящие из землечерпалки с отвальным мостом, станут вводиться в работу после того, как землесосные

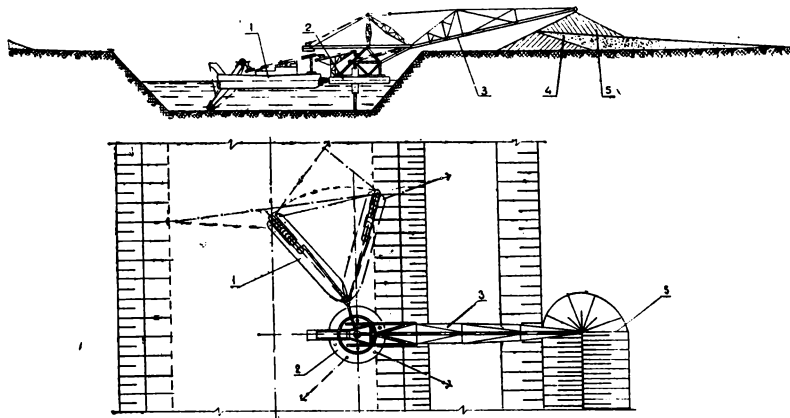


Рис. 7. Землеройный агрегат, состоящий из землечерпалки и плавучего отвального моста.

1 — землечерпалка, 2 — плавучий отвальный мост, 3 — подвесной транспортер, 4 — отвал от работы землесосного снаряда, 5 — отвал от работы землечерпалки.

снаряды снимут песчаные грунты, а моренные суглинки, вынутые землечерпалкой, укладываться на приканальные отвалы, уже образованные землесосным снарядом с подвесным пульповодом.

Землечерпалка представляет собой многочерпаковый дизель-электрический снаряд (общая схема агрегата показана на рис. 7) производительностью 750 кубометров в час, с глубиной разработки: нормальной — 15 метров и максимальной — 20 метров. Грунт, вынутый черпаковой цепью, по длинному наклонному транспортеру передается на корму землечерпалки и далее на транспортерный отвальный мост.

Отвальный транспортер с противовесом смонтирован на круглом понтоне и служит для передачи грунта от многочерпакового снаряда в приканальные отвалы. Круглый понтон

свободно плавает внутри кольцевого понтона и может при помощи лебедок поворачиваться вокруг вертикальной оси, благодаря чему отвальный транспортер может быть повернут в любом направлении. Наружный кольцевой понтон шарнирно соединяется с кормой землечерпалки. Как внутренний круглый, так и наружный кольцевой понтоны фиксируются в нужном положении прикольными сваями.

Длина отвального транспортера 130 метров. Ширина ленты транспортера 1200 миллиметров. Мощность электропривода транспортера 500 киловатт. Скорость движения ленты около 5 метров в секунду.

Рабочие перемещения землечерпалки и всего комплекса производятся при помощи лебедок, установленных в носовой части землечерпалки и на кольцевом понтоне. Наружный и внутренний понтоны состояются из отдельных секций, что позволяет быстро разобрать агрегат и вытянуть его в караван, удобный для буксировки. Караван в транспортном положении будет иметь следующие габариты: ширина — 17 метров, длина — 115 метров и высота — 13 метров.

Для привода механизмов отвального моста, его освещения и других технических нужд на внутреннем понтоне устанавливается дизель-генератор мощностью 750 киловатт.

Плавучий землеройный комплект имеет централизованное управление всеми механизмами, осуществляемое с центрального пульта управления землечерпалки.

## **ЛЕСНОЙ КОМБАЙН ДЛЯ СВОДКИ ЛЕСА**

Плотины на Печоре, Вычегде и Каме создадут водохранилища, которыми будет затоплено около 1 миллиона 400 тысяч гектаров лесопокрытой площади. Запас товарной древесины на этой площади составляет более 70 миллионов кубометров. Лес должен быть вырублен до подъема воды. Ни в практике СССР, ни в практике других стран еще не было работ подобного масштаба.

В нашей стране до сих пор работы по лесосводке в зонах водохранилищ строящихся гидроэлектростанций осуществлялись в значительно меньших размерах, причем в большинстве случаев работы велись в более освоенных районах. Укажем для сравнения, что лесопокрытая площадь в зоне затопления Братской ГЭС составила 315 тысяч гектаров, с запасом древесины 38 миллионов кубометров, а в зоне Волжской ГЭС

имени В. И. Ленина объем древесины, подлежащей вырубке, составлял всего 6,5 миллиона кубометров при лесопокрытой площади в 280 тысяч гектаров. На созданных уже водохранилищах лесосводка производилась сложившимися на обычных лесозаготовительных работах способами с большой долей тяжелого ручного труда. Эти способы предопределяют низкую производительность, высокую стоимость и длительность времени, необходимого на лесосводку в зонах затопления. Известно, что продукция, полученная в результате очистки зоны затопления от леса, как правило, не окупала расходов, и убытки, полученные при реализации леса, существенно увеличивали сумму затрат на сооружение гидроэлектростанции.

Совершенствование лесной промышленности идет в настоящее время по пути увеличения мощностей отдельных механизмов, занятых в процессе лесозаготовок, а именно: трелевочных тракторов, трелевочных лебедок, автомобилей-лесовозов и ручных моторных пил. Делаются некоторые шаги по механизации погрузки спиленных деревьев с помощью валочно-погрузочной машины. Однако все эти мероприятия, улучшая отдельные этапы лесозаготовительных работ, не изменяют их принципиального содержания. По современной технологии спиливается отдельное дерево, затем оно транспортируется с лесосеки на верхний склад и далее перевозится на нижний склад. Для этих перевозок приходится строить большое количество временных лесовозных дорог, что сказывается на себестоимости лесопродукции. Описанный способ лесозаготовок требует большого количества рабочих. При современном уровне механизации работ на вырубку и вывоз леса с одного гектара тратится около 300 человеко-дней. Для сравнения укажем, что на возделывание одного гектара пшеницы и получение с него урожая в 100 пудов расходуется всего 10—15 человеко-дней. На один кубометр древесины, вывезенной к транзитному пути, затрачивается столько же труда, сколько необходимо для добычи 2,5 тонны нефти, или 1,2 тонны каменного угля, или 60 метров ткани.

Огромные, впервые встречающиеся в практике гидростроителей, объемы работ по лесосводке в верховьях Печоры, Вычегды и Камы заставили искать новые технологические принципы более эффективной их механизации. Только принципиально новая технология, основанная на высоком уровне комплексной механизации производственного процесса, осуществляемая оборудованием нового типа, способна решить задачу рационального использования огромного народнохо-

зайственного достояния, каким является лес, попадающий в зону затопления.

Принципом новой технологии должна быть массовая лесоповалка и превращение спиленных деревьев в товарную, удобную для перевозки продукцию непосредственно на лесосеке. Такому принципу отвечает высокопроизводительный лесной комбайн, комплексно механизмирующий лесоповалку и первичную переработку леса. Работа лесного комбайна на сводке леса должна быть аналогична работе машин на уборке и обработке сельскохозяйственных культур.

Лесоуборочный комбайн давно уже был мечтою многих конструкторов и изобретателей, но возникавшие у них идеи наталкивались на непреодолимое препятствие — комбайн получался таких больших габаритов и веса, что превращался в пустую фантазию.

Коллектив инженеров института Гидропроект предложил создать плавучий лесной комбайн, чем направил проблему по реальному пути. Создание лесного комбайна как плавающей машины практически снимает ограничения по весу и габаритам. Важнейшим преимуществом плавучего комбайна явится и то, что благодаря ему отпадает необходимость строительства временных лесовозных дорог.

При проектировании плавучего комбайна были выдвинуты следующие основные требования:

- возможность проведения лесосводки в зонах затопления независимо от начала заполнения водохранилища;

- обеспечение массовой лесосводки с минимальным применением ручного труда;

- превращение сводимой древесины в продукцию, удобную для перевозки и имеющую перспективу длительного сбыта в значительных количествах;

- использование всех лесосечных отходов в качестве топлива для энергоснабжения механизмов лесного комбайна;

- возможность надежной эксплуатации комбайна в отдаленных, необжитых районах.

В экономическом отношении перед комбайном ставится задача превращения лесосводки из убыточной операции в прибыльную.

При плавучем лесном комбайне вместо применяемой в настоящее время на лесозаготовках валки отдельных деревьев механизированным ручным инструментом производится машинная повалка всех деревьев, располагающихся на полосе,



равной ширине захвата комбайна. Такое решение дает огромную экономию в рабочей силе.

Спиливание затопленного на некоторую глубину леса с последующим вытаскиванием его для первичной переработки на палубу комбайна исключает такие дорогие и трудоемкие операции, как трелевка и вывозка леса на автомашинах. Перевозка товарной продукции осуществляется в баржах или

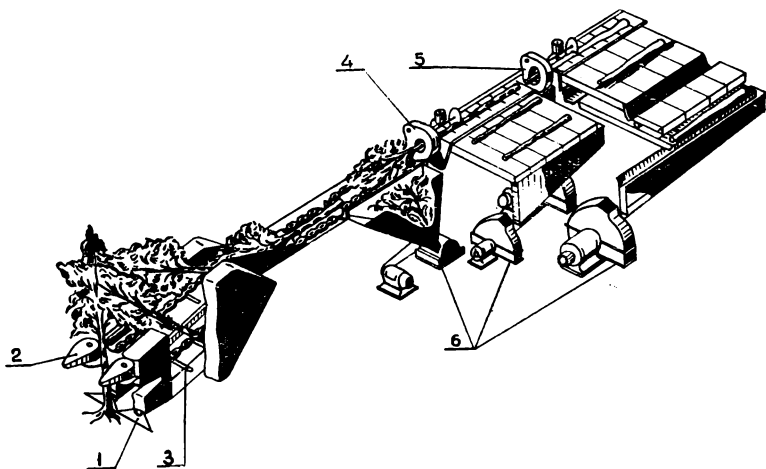


Рис. 8. Схема лесного комбайна.

1 — пильный орган, 2 — направляющий аппарат, 3 — устройства, поворачивающие дерево комлем вперед, 4 — сучкорезка, 5 — окорочный станок, 6 — дробилки.

сплавом непосредственно от борта лесного комбайна. Таким образом, отпадают все расходы, связанные с постройкой и эксплуатацией временных лесовозных дорог.

Лесной комбайн принципиально отличается от всех существующих как в Советском Союзе, так и за рубежом технических средств механизации лесозаготовительных работ.

На рис. 8 показана схема лесного комбайна. Все оборудование комбайна смонтировано на металлическом понтоне длиной 65 метров, шириной 20 метров при высоте борта 6 метров. Полезное водоизмещение понтона 1300 тонн.

В носовой части корпуса смонтировано устройство для подводного спиливания леса по всей ширине комбайна, то есть на полосе в 20 метров. Спиливание осуществляется при помощи четырех мощных цепных пил. Ширина пропила — 40 миллиметров.

Скорость движения комбайна будет равна 220 метрам в час. При такой скорости движения спиливание крупного дерева диаметром 50—60 сантиметров потребует всего 4—5 секунд. Комбайн в работе показан на рис. 9.

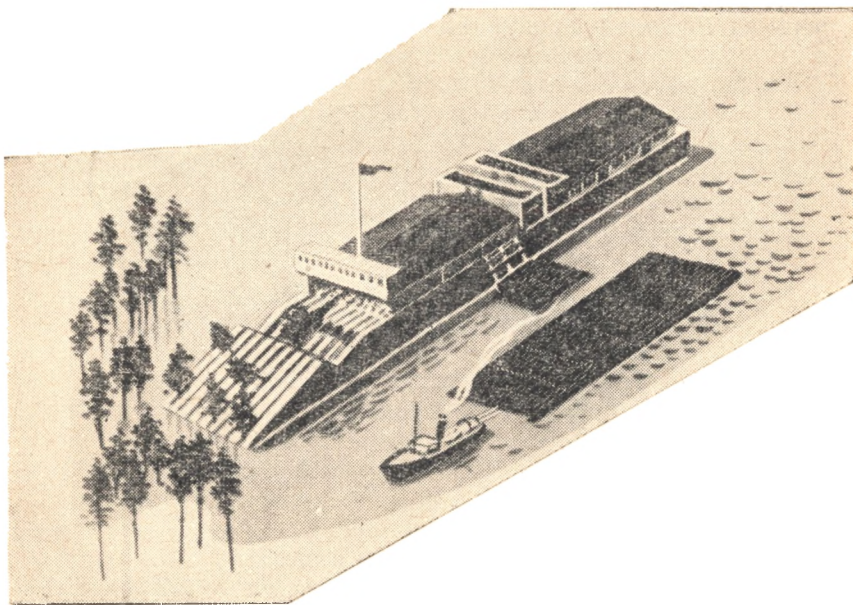


Рис. 9. Лесной комбайн в работе  
Буксир отвозит готовый плот.

Сравнение различных типов движителей для обеспечения рабочих перемещений комбайна в сложных и тяжелых условиях плавания заставило конструкторов отдать предпочтение водометному движителю. Этот тип движителя обеспечит комбайну необходимую маневренность в условиях лесных завалов и других препятствий, которые могут встретиться на любой глубине.

Каждая из четырех цепных пил эластично подвешена к корпусу комбайна, кроме того, имеется возможность при помощи гидроцилиндров изменять высотное положение пил, то есть спиливать дерево на желаемой высоте.

Спиленные деревья вводятся направляющими устройствами в ручки транспортирующих приспособлений, которые поднимают их на палубу, одновременно поворачивая комлем вперед, что необходимо для их дальнейшей обработки.

Спиленное дерево прежде всего должно быть освобождено от сучьев и коры. Эти операции на лесном комбайне полностью механизированы. Отходы измельчаются и автоматически подаются для сжигания в топках котлов энергетической установки комбайна.

Стволы, очищенные от сучьев и коры, при помощи автоматических устройств сортируются по породам и по качеству. Самые низкие сорта перерабатываются в топливную щепу, которая также используется в энергетической установке комбайна. Остальной лес, в зависимости от потребности, может выдаваться в виде кругляка, разрезанного на стандартные длины и увязанного в плоты, готовые для буксировки, или в виде балансов для бумажного производства. На комбайне могут быть установлены дробилки для переработки древесины в технологическую щепу для картонно-бумажного производства.

В институте Гидропроект сделаны предварительные расчеты, показывающие перспективность переработки леса в древесно-стружечные плиты на плавучем заводе, находящемся в непосредственной близости от лесного комбайна.

Суммарная мощность всех механизмов, установленных на лесном комбайне, по предварительным подсчетам составит 4000—5000 киловатт. Учитывая, что не все механизмы станут работать одновременно и что они не всегда будут полностью загружены, мощность собственной электростанции принята равной 3000 киловаттам. Энергетическая установка запроектирована из двух генераторов мощностью по 1500 киловатт каждый. Генераторы приводятся во вращение паровыми турбинами, получающими пар от котлов, оборудованных топками системы Померанцева, пригодными для сжигания древесных отходов. Часть горячих газов — продуктов сжигания — по специальным трубам будет подводиться к топливным бункерам. Такое устройство приведет к некоторой подсушке влажной щепы, что заметно улучшит работу котельной установки.

Плавучий лесной комбайн — сложный агрегат с многочисленными механизмами. От четкого взаимодействия всех этих механизмов зависит эффективность работы комбайна в целом. Все управление лесным комбайном сосредоточено на

центральной пульте, расположенном в носовой части, и будет осуществляться одним оператором. Автоматические устройства и блокировки облегчат труд оператора. Помимо большого числа контрольно-измерительных и регистрирующих приборов, оператору будут помогать телевизионные камеры, позволяющие непосредственно наблюдать за наиболее сложными узлами комбайна.

На комбайне предполагается иметь ремонтно-механическую мастерскую, которая позволит в условиях значительного удаления от береговых баз поддерживать все механизмы в исправном состоянии. Специальные автоматические станки станут производить заточку зубков цепных пил.

В кормовой части корпуса разместятся жилые каюты для отдыха части команды и санитарно-бытовые устройства.

Конструктивная производительность комбайна принята равной 500 кубометров в смену.

Во время своего продвижения плавучий лесной комбайн будет спиливать лесонасаждения, разбирать завалы и извлекать на свою палубу всплывшие и затопленные деревья с корнями.

Предварительные расчеты показывают, что в результате применения лесных комбайнов вместо современных способов работ производительность труда рабочих на сводке леса возрастет по крайней мере в 3—5 раз; удельные капиталовложения на 1 кубометр продукции снизятся в 2—4 раза; реализация товарной продукции позволит получить значительную прибыль и таким образом снизить народнохозяйственные затраты на строительство основных сооружений.

Лесной комбайн явится типичным представителем тех умных машин, которыми вооружается советский человек, уверенно шагающий к коммунизму. Новый лесоруб — оператор комбайна, находясь в комфортабельной рубке, будет легким нажатием кнопок на пульте управлять огромной машиной. Автоматические устройства станут рапортовать ему о ходе работ на всех участках сложного процесса спиливания и первичной переработки леса.

Институт Гидропроект уже несколько лет работает над созданием лесного комбайна. После разработки основных технологических принципов будущего комбайна расчетами была доказана технико-экономическая целесообразность создания такой машины. Затем была построена лабораторная модель, спиливавшая деревца диаметром 5—6 сантиметров. На этой модели испытано несколько различных способов за-

хвата спиленного дерева и подъема его с одновременным поворотом комлем вперед.

Лабораторные испытания модели дали удовлетворительные результаты и позволили запроектировать и построить крупную плавающую модель, которая спиливает деревья диаметром до 25 сантиметров. Модель имеет внушительные размеры: понтон, на котором смонтированы пильный и захватный механизмы, имеет ширину 10 метров, длину 25 метров. На модели установлено 18 электрических двигателей общей мощностью 300 киловатт.

В настоящее время институт Гидропроект проводит испытание крупной модели пильного и захватного механизмов. Одновременно проектируются другие узлы лесного комбайна. Подобрано оборудование для удаления сучьев и коры со спиленных деревьев, а также для дробления древесины. Подобрано также основное оборудование для энергетической установки, в топках которой будут сжигаться отходы древесины, превращенные в щепу.

## **ДРУГИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ**

Мы подробно остановились на новых строительных машинах, при помощи которых будут выполняться наиболее массовые работы на строительстве сооружений для переброски стока северных рек.

И все остальные работы, хотя объемы их и не измеряются астрономическими цифрами, также будут выполняться индустриальными методами при помощи наиболее совершенных и производительных строительных машин.

Для отсыпки камня в воду, необходимой чтобы остановить реку, будут применяться саморазгружающиеся баржи новой конструкции. Такая баржа показана на рис. 10. От существующих она отличается тем, что позволяет перевозить и разгружать в заданном месте каменный материал любой крупности, до бетонных массивов включительно. Известно, что существующие сегодня саморазгружающиеся баржи непригодны для перевозки камня крупнее 0,4—0,5 метра в диаметре.

Баржа палубного типа соединена с толкающим буксиром. Корпус ее состоит из двух понтонов, которые в момент разгрузки поворачиваются под влиянием несимметричной загрузки. Для разгрузки достаточно нажать кнопку на пульте управления, установленном в рулевой рубке катера. Продолжи-

тельность разгрузки не превысит 20—30 секунд. Опытный образец такой баржи построен и при испытании показал хорошие результаты.

Для приготовления бетона, для устройства всевозможных креплений, дренажей и фильтров на сооружениях по переброске стока будет израсходовано около 4 миллионов кубометров гравия, камня, щебня и песка.

Добычу и переработку этих материалов надо организовать на высоком индустриальном уровне. Широкое применение и здесь получит способ гидромеханизации. Уже сейчас он завоевал в нашей стране всеобщее признание. Каждый год начинают работать все новые и новые гидромеханизированные карьеры. Однако развитие гидромеханизации в этой, относительно новой, области еще далеко не соответствует потребностям народного хозяйства. Удельный вес гидромеханизации на песчано-гравийных карьерах не превышает 6—8 процентов к общему объему производства гравия и песка.

Целесообразность широкого внедрения гидромеханизации неоспоримо вытекает из следующего. Если принять трудоемкость добычи строительного песка и сортированного гравия сухой механизацией за 100 процентов, то, по отчетным данным, эта трудоемкость при гидромеханизации соответственно составит: при добыче песка — 17 процентов, а при добыче гравия — 15 процентов, то есть в 6—7 раз меньше! Срок ввода в действие гидромеханизированных предприятий, по сравнению с сухими карьерами, снижается более чем в два раза; это особенно важно, так как позволяет быстрее развернуть основные работы на строительстве.

Необходимость всемерного внедрения гидромеханизации для добычи и переработки песчано-гравийных материалов диктуется также все возрастающими требованиями к их качеству. На строительстве сооружений для переброски стока северных рек, в связи с широким применением сборного железобетона, эти требования особенно велики. Гидромеханизированный способ добычи и обогащения песка и гравия надежнее, чем сухие способы, может обеспечить получение высококачественных материалов. Песок и гравий, полученные путем гидромеханизации, свободны от пылевидных и глинистых частиц, а также других загрязняющих примесей. Только при мокрых способах обогащения можно достаточно эффективно обеспечить постоянную крупность песка и мелкого гравия, так необходимую для современных высокопрочных бетонов.



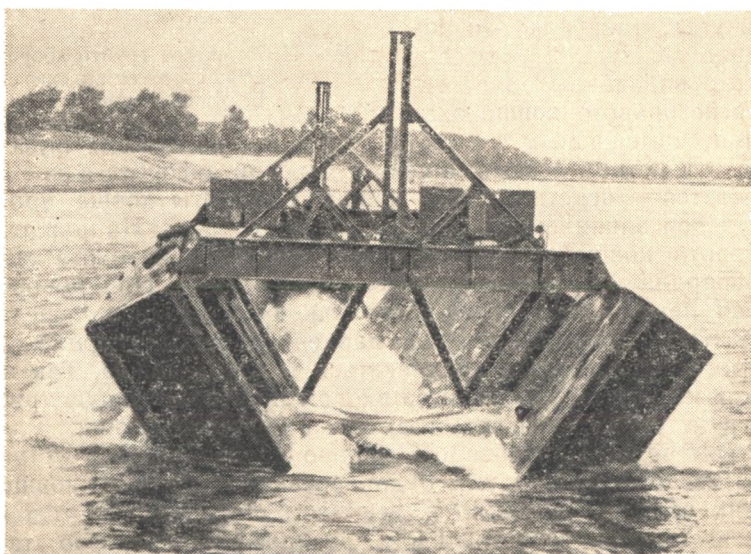
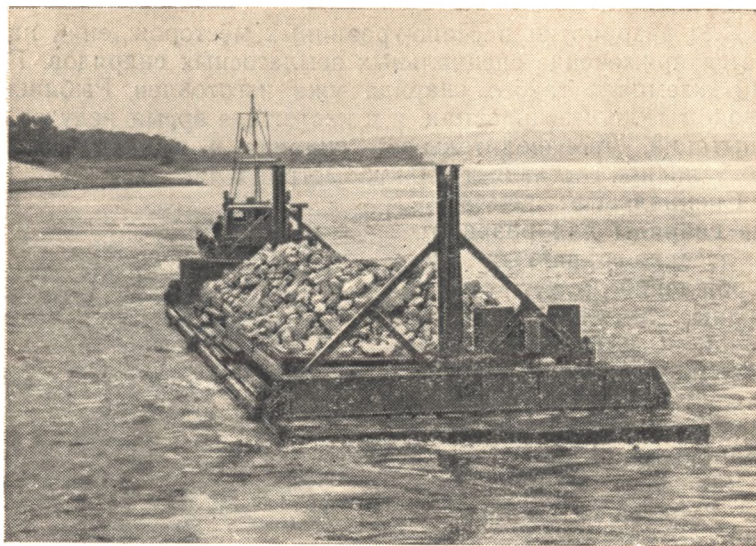


Рис. 10. Саморазгружающаяся баржа для крупного камня,  
вверху — в буксировке, внизу — при разгрузке.

Для разработки песчано-гравийных месторождений намечается применение специальных землесосных снарядов. Первый экземпляр такого снаряда уже изготовлен Рыбинским заводом гидромеханизации, и в настоящее время ведутся его испытания. Производительность снаряда в тяжелых грунтовых условиях составляет 350 кубометров в час.

Специальные землесосные снаряды для разработки песчано-гравийных месторождений будут оборудованы ковшевым грунтозаборным устройством, способным эффективно разрабатывать грунты, содержащие 50 и более процентов гравийных частиц.

Ковшевое грунтозаборное устройство состоит из двух скрепленных между собой ковшей. Ковши могут поворачиваться на некоторый угол, так, как это показано на рис. 11. При повороте вправо выходное отверстие правого ковша окажется совмещенным с входным отверстием всасывающей трубы, при повороте влево со-

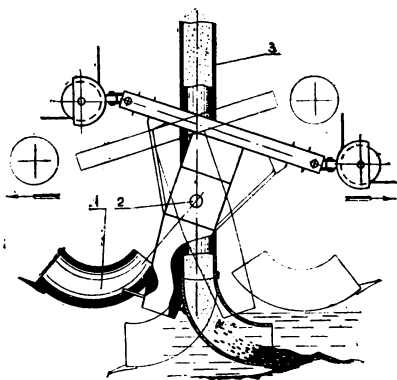


Рис. 11. Ковшевое грунтозаборное устройство системы инженера Б. М. Шкундина.

1 — ковш, 2 — ось вращения ковша, 3 — всасывающая труба.

вместится отверстие левого ковша. Повороты ковша происходят под влиянием натяжения якорного троса. Направление поворота ковшей совпадает с направлением поворота всего земснаряда в процессе рабочих перемещений. При повороте влево левый ковш своей режущей кромкой будет срезать стружку грунта, которая под давлением новых порций срезаемого грунта будет продвигаться в глубь ковша. Так как выход из ковша совмещен со входом во всасывающую трубу, то грунт будет всасываться вместе с соответствующим количеством воды. При повороте вправо грунтозаборное устройство повернется, и грунт будет срезаться правым ковшом. Таким образом, создаются весьма благоприятные условия для всасывания и устойчивого дозирования твердого материала, что особенно важно при разработке грунтов с большим содержанием гравия.

Действительно, в ковшевом грунтозаборном устройстве



песчано-гравийная смесь в нужном количестве подается непосредственно к приемному отверстию всасывающей трубы. Весь поток всасываемой воды проходит через работающий ковш, что способствует высокому насыщению пульпы. Ковши этого грунтозаборного устройства по своему конструктивному оформлению несколько напоминают ковши одноковшового экскаватора, но рабочие движения происходят в горизонтальной, а не в вертикальной плоскости. На краях ковшей могут быть получены весьма значительные усилия резания, равные по величине полному тяговому усилию лебедок, установленных на снаряде.

Промывка и сортировка песчано-гравийных материалов будут вестись на плавучих установках. Схема такой установки показана на рис. 12. Пульпа, подаваемая землесосным снарядом, попадает прежде всего в сгуститель, рассчитанный на сброс 15 процентов воды. Одновременно будет сброшена основная часть глинистых и пылевидных частиц диаметром мельче 0,15 миллиметра. Сгущенная пульпа попадет затем на колосниковые грохоты, на которых произойдет выделение крупного гравия. Дальнейшая сортировка гравия и выделение песка производятся на инерционных грохотах обычной конструкции. Песок, если это потребуется, может быть пропущен через гидравлический классификатор, то есть такой аппарат, в котором он будет тщательно рассортирован по размерам песчинок.

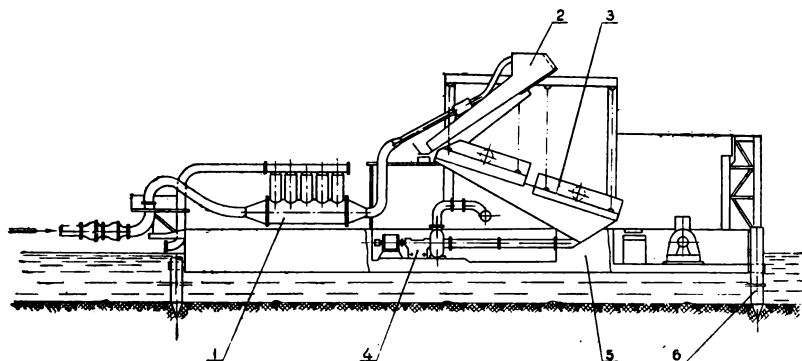


Рис. 12. Плавучая установка для сортировки и промывки песчано-гравийных материалов.

1 — сгуститель пульпы, 2 — колосниковые грохоты, 3 — инерционные грохоты, 4 — землесос для перекачивания песка, 5 — понтон, 6 — прикольные сваи, 7 — транспортер для готовой продукции.

Плавучие обогатительные установки имеют много преимуществ по сравнению с береговыми. Почти полностью отпадает дорогое и сложное транспортирование песчано-гравийной смеси от добывающего снаряда до обогатительных устройств; отпадает транспортирование на берег ненужной части горной массы, которая может в отдельных случаях составлять до 70 процентов всей добытой породы. Следует иметь в виду, что при добыче песчано-гравийной смеси для бетонных работ выход песка и гравия будет соответствовать содержанию этих составляющих в месторождении, потребность же в гравии примерно вдвое больше потребности в песке, поэтому в большинстве случаев получаются значительные количества излишнего песка, или, как говорят, нетоварной продукции.

Благодаря непосредственной близости добывающих и обогатительных устройств упрощается обслуживание оборудования и сокращается численность рабочих. Значительно, в несколько раз, сокращаются сроки ввода в эксплуатацию предприятий, так как плавучая установка может быть доставлена в карьер в готовом к работе виде. При применении плавучих обогатительных установок полностью отпадают расходы по устройству водопроводных линий для подачи промывочной воды на береговые обогатительные фабрики. Также почти полностью отпадут все расходы по так называемому хвостовому хозяйству, то есть расходы, связанные с отводом грязевых вод, содержащих значительный процент пылевидных и глинистых частиц.

Успешный опыт применения сборного железобетона в жилищном и промышленном строительстве позволил гидротехникам практически приступить к внедрению сборного железобетона также и на крупном гидротехническом строительстве. Гидротехнические сооружения для переброски стока северных рек проектируются тоже сборными, из отдельных железобетонных элементов, изготавливаемых на хорошо механизированных полигонах. Основные операции на этих полигонах будут в значительной степени автоматизированы. В частности, бетон будет приготавливаться на заводах-автоматах непрерывного действия.

В настоящее время бетон, даже на крупнейших строительных площадках, приготавливается на полуавтоматических заводах порционного действия. На этих заводах составляющие бетона (цемент, гравий, песок и вода) загружаются в нужном соотношении в барабаны бетономешалок, в которых производит-

ся перемешивание. Готовый бетон периодически выгружается в автосамосвалы или специальные бадьи, в которых и доставляется к месту укладки.

На новых заводах процесс приготовления бетона будет непрерывным. Дозаторы станут непрерывно подавать в смесительный барабан необходимые количества составляющих бетона. Из выпускного отверстия смесительного барабана также непрерывно будет выгружаться готовый бетон.

По сравнению с работающими сегодня в гидротехническом строительстве полуавтоматическими бетонными заводами порционного действия новые заводы обеспечат более высокое качество бетонной смеси при более низкой стоимости. Непрерывный процесс приготовления бетона позволит более точно дозировать его составляющие, что в конечном счете приведет к существенной экономии цемента. Кроме того, непрерывный процесс позволит внедрить непрерывные способы транспортирования бетона, то есть более широко применить бетонные насосы и конвейеры.

Постоянство состава бетона откроет широкие возможности полной автоматизации всех остальных процессов производства железобетонных изделий. Изготовление арматуры, ее сварка, формовка элементов и их твердение будут выполняться на поточных автоматических линиях.

Конструктивные особенности применения сборного железобетона для гидротехнических сооружений, несущих огромные нагрузки, заставляют доводить вес отдельных элементов до 200 тонн и даже больше. Это потребует создания новых машин для перевозки крупных железобетонных деталей от места изготовления к месту сборки, а также для самой сборки. Такими машинами будут специальные прицепы и железнодорожные платформы большой грузоподъемности; кантователи, то есть машины, поворачивающие крупные железобетонные изделия из положения, в котором их было удобно изготавливать и перевозить, в положение, удобное для подъема и сборки; всевозможные краны грузоподъемностью в 200 тонн и больше.

Сборный железобетон преобразит строительную площадку, исчезнут толпы рабочих, устанавливающих опалубку, арматуру и принимающих бетон. Тяжелая профессия бетонщика практически исчезнет. На смену бетонщикам придут монтажники, собирающие из отдельных железобетонных элементов, изготовленных в заводских условиях, плотины, водосбросы и другие гидротехнические сооружения.

Новое строительное оборудование, которое создается для решения проблемы переброски стока северных рек на юг, будет, конечно, с успехом использовано на последующих гидротехнических строительствах. Кроме того, новые строительные машины смогут применяться не только на сооружении крупных каналов. Так, например, землесосный снаряд с подвесным пульповодом может быть легко приспособлен для работы с плавучим пульповодом и, таким образом, использован на выемке больших котлованов, на вскрыше грунтов при разработке полезных ископаемых и т. д. Плавучие землеройные комплексы также могут быть использованы на других объектах гидротехнического строительства. Можно использовать и раздельно землечерпалку как обычный дноуглубительный снаряд, а плавучий отвалный мост — как транспортирующий агрегат, в сочетании с драглайном, добывающим песчано-гравийные материалы из обводненного месторождения, и т. п.

Новые строительные машины, при помощи которых будут создаваться грандиозные каналы и другие гидротехнические сооружения для поворота на юг Печоры и Вычегды, требуют высококвалифицированных кадров механизаторов. Управление новыми машинами существенно отличается от управления машинами сегодняшних строек. Отличие это носит качественный характер и является следствием более высокого уровня автоматизации. Облегчая физический труд оператора, автоматизация всегда требует более высокой квалификации, более высокого уровня теоретической подготовки обслуживающего персонала.

Новая ступень механизации массовых гидротехнических работ — еще один крупный шаг, сближающий труд физический с умственным трудом. Новая ступень механизации обещает резкое увеличение производительности труда, а это, как учил великий Ленин, главное для создания материально-технической базы коммунизма.

Интересная, захватывающая работа ожидает молодежь на грандиозной стройке, которая внесет свои справедливые поправки в географию нашей Родины.

Советский человек, вооруженный новейшими советскими машинами, реализует старое изречение: «Человек — царь природы».

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Наступление начинается . . . . .	3
Машины для земляных работ . . . . .	6
Землесосные работы . . . . .	11
Отсыпка плотин . . . . .	17
Сооружение каналов . . . . .	21
Новый землесосный снаряд с подвесным пульповодом. . . . .	22
Землечерпалка с отвальным мостом . . . . .	34
Лесной комбайн для сводки леса . . . . .	36
Другие строительные машины . . . . .	43

**Борис Маркович Шкундин**  
**ТЕХНИКА БОЛЬШОЙ СТРОЙКИ**  
**(В серии «Печора — Вычегда — Кама»)**

Редактор издательства *Б. Н. Назаровский*. Оформление художника *В. А. Беклемишева*.  
Художественный редактор *М. В. Тарасова*. Технический редактор *Г. М. Езов*. Корректор  
*Л. К. Крамаренко*

Подписано к печати 20/VI 1963 г. Формат бумаги 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 1,625 бум. л. 3,25 п. л.  
Уч.-изд. 2,68 л. ЛБ02565. Тираж 3000 экз. Цена 8 коп.

2-я книжная типография облполиграфиздата. Пермь, ул. Коммунистическая, 57. Зак. 732.



8 коп.

Первое  
КНИЖНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
1963