

A-56

ed m

ГОССТРОЙ СССР

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству
- ЦНИИОМТП -

Инженер Н.А.Барцал

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЧЕТНО-РЕШАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ

Специальность № 487. Технология и механизация строительного производства.

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

2

Москва, 1971 г.

ГОССТРОЙ СССР

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству

- ЦНИИОМТП -

Инженер Н.А.Барца:

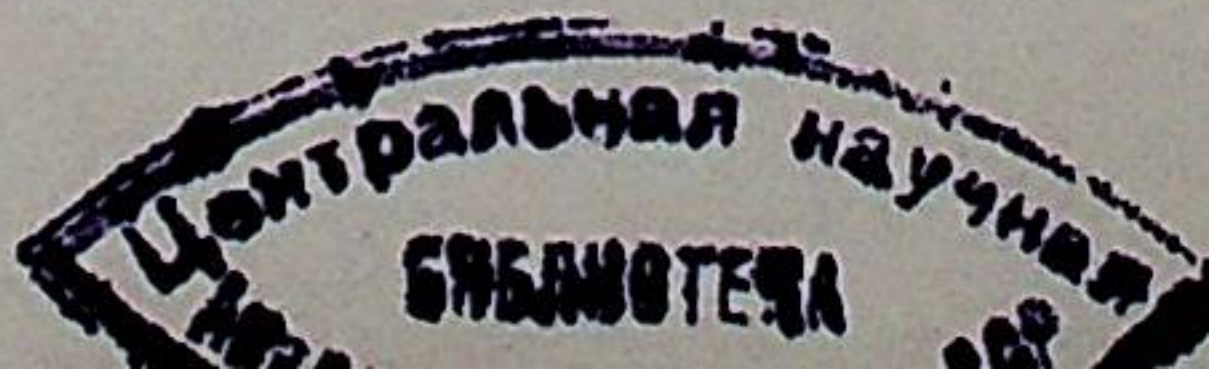
На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СЧЕТНО-РЕШАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ

Специальность № 487. Технология и механизация строительного производства.

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Москва, 1971 г.



69
56

Работа выполнена в Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте организации, механизации и технической помощи строительству.

Научный руководитель - кандидат технических наук
С.П.ЕПИФАНОВ.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор О.И.АВЕН.

Кандидат технических наук В.И.ПОЛЯКОВ.

Ведущее предприятие - ЦКБ Главстроймеханизации Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

Автореферат диссертации разослан "___" _____ 1971 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1971 года на заседании Совета секции организации, механизации строительства объединенного ученого Совета при ЦНИИЭП жилища.

Адрес: Москва, И-434, Дмитровское шоссе, дом 9.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-методическом фонде ЦНИИОМТП, комната 205.

Ученый секретарь Совета,
кандидат технических наук

(А.Г.ТЕПЛЫХ)

Роль автоматизации, как одного из важнейших факторов технического прогресса, убедительно подтверждается всей практикой народного хозяйства СССР.

Среди научных направлений, по которым идет развитие автоматизации в различных отраслях промышленности, одно из ведущих мест занимает применение вычислительной и счетно-решающей техники. Эта техника находит все большее применение в автоматизации производственных процессов и процессов управления.

Современные средства вычислительной техники заняли прочное место практически во всех областях материального производства и во многих сферах интеллектуальной деятельности человека. При этом, ведущую роль, применительно к крупным автоматизированным системам, играет цифровая вычислительная техника.

Однако в строительном производстве возможности применения сравнительно громоздких и дорогостоящих цифровых вычислительных машин для автоматизации технологических процессов и работы строительных машин резко ограничены. Это объясняется специфическими особенностями строительного производства.

В то же время имеется возможность существенно повысить эффективность применения средств автоматизации в строительстве путем использования более простых, дешевых и надежных вычислительных средств - аналоговых счетно-решающих устройств (СРУ), осуществляющих математическую обработку входных переменных величин по неизменным (для данного СРУ) функциональным зависимостям и алгоритмам. Специальных исследований, посвященных данному вопросу, до настоящего времени не производилось.

Цель диссертации состоит в определении эффективности применения счетно-решающих устройств в некоторых областях строительного производства, выявлении новых технологических свойств автоматизированных объектов, возникающих благодаря применению

СРУ, а также в разработке, на основе результатов исследований, односторонних СРУ для автоматизации некоторых технологических процессов строительства.

Настоящая работа выполнена в ЦНИИОМТП (некоторые разделы выполнены автором во ВНИИСтройдормаме). Работа содержит пять глав и два приложения, в том числе 25 таблиц и 59 рисунков.

В первой главе диссертации изложены основные задачи в области автоматизации строительства, приведен краткий обзор современных средств вычислительной техники и рассмотрены возможности применения СРУ для автоматизации строительного производства.

Специфика строительного производства создает серьезные трудности в применении даже тех средств автоматизации, которые подтвердили свою высокую эффективность в других отраслях промышленности, энергетики, транспорта и т.п. Эта специфика выражается в значительном воздействии внешних условий на протекание производственных процессов, в нестабильности исходных параметров, прерывистости технологических процессов, неоднородности технологических операций и др..

Перечисленные факторы создают значительные трудности при комплексной автоматизации технологических процессов строительства.

Таким образом, в настоящее время ведущим направлением в области автоматизации технологических процессов в строительстве можно считать частичную автоматизацию.

Успешное осуществление автоматизации строительного производства сдерживается рядом технических, организационных и других причин. Среди них следует отметить также отсутствие в существующих устройствах автоматизации строительства простейших средств вычислительной техники.

В работе приведен обзор и классификация современных средств вычислительной техники. Основное внимание уделено анализу свойств этих средств с точки зрения возможности и эффективности применения тех или иных вычислительных устройств в системах автоматизации строительного производства.

Анализ аналоговых СРУ, основанных на различных принципах (механических, электромеханических, пневматических, электронных), показал, что наиболее приемлемыми для работы в специфических условиях строительного производства следует считать электромеханические СРУ. Именно эти СРУ (в упомянутых условиях) обладают наибольшей надежностью и удобством сочленения как с другими элементами автоматических систем, так и с преобразователями датчиков автоматизированного объекта.

В конце главы рассмотрены возможные области применения СРУ для автоматизации технологических процессов в строительстве и автоматизации работы строительных машин.

Показано, что СРУ могут быть использованы в устройствах защиты кранов, в приборах по определению влажности строительных материалов, в автоматических весовых установках, в устройствах учета работы и производительности строительных машин, в устройствах для автоматического обеспечения прямолинейного поступательного перемещения ковша экскаватора, в области автоматизации процессов дозирования компонентов бетонных и растворных смесей, в устройствах для автоматического распределения нагрузок на арматуру надежной из предварительно напряженного железобетона, в стендах для безразборной диагностики состояния строительных машин и др.

Вторая глава диссертации посвящена выбору объектов для исследования эффективности применения СРУ.

Из числа возможных областей применения электромеханических

СРУ для исследования выбраны три важные области автоматизации строительства, давно привлекающие внимание различных научно-исследовательских и конструкторских организаций. Эти области выбраны не только по соображениям их значимости для решения общей задачи автоматизации строительного производства, но еще и потому, что на их примере показано, как совершенно различные технологические процессы можно автоматизировать на одном общем принципе — использовании однотипных электромеханических СРУ. К таким областям можно отнести создание достаточно надежного и эффективного автоматического устройства для защиты строительных кранов от опрокидывания и перегрузок; измерение и автоматический контроль влагосодержания составляющих бетонных, асфальтобетонных и других строительных смесей; разработку автоматизированной весовой установки для загрузки автотранспорта.

При этом методически оказалось целесообразно исследовать наиболее полно особенности и возможности этих СРУ на примере устройства для автоматической защиты строительных кранов от опрокидывания и перегрузок.

Два других примера, рассмотренных в работе, подтверждают эффективность применения электромеханических СРУ при автоматизации строительного производства.

Третья глава диссертации посвящена анализу и основным теоретическим предпосылкам для разработки бесконтактных устройств защиты строительных кранов от опрокидывания и перегрузок. В этой главе рассмотрены и классифицированы различные варианты бесконтактных схем электромеханических устройств защиты кранов от опрокидывания. В ней изложены также теория, принцип действия и конструктивные особенности устройства защиты со счетно-решающим узлом типа ОП-Б.

Наиболее эффективным средством защиты строительных кранов

от опрокидывания можно считать автоматический ограничитель грузоподъемности двухсигнального типа. В последние годы в СССР и за рубежом было предложено большое количество ограничителей грузоподъемности различных типов. Однако лишь немногие из них получили широкое распространение. При всей простоте принципа действия ограничителей грузоподъемности, требования, предъявляемые к ним, настолько сложны, что практически ни один из них не удовлетворяет этим требованиям в полной мере.

Строительные краны обычно имеют несколько грузовых характеристик различной формы, на которые должен быть настроен ограничитель. Он должен сочетать в себе быстроедействие с необходимостью выдержки при срабатывании в соответствии с особенностями динамики подъема груза. Однако самое важное и практически трудно выполнимое требование — обеспечение высокой эксплуатационной надежности ограничителя грузоподъемности. Требования к надежности определяются не только функциональным назначением ограничителя (как устройства техники безопасности), но и тяжелыми условиями работы ограничителя на кране (воздействием климатических факторов, механических нагрузок, нестабильности питания и т.п.).

В нашей стране широкое распространение получили два типа ограничителей грузоподъемности: электромеханический ограничитель ОП-1 конструкции ВНИИСтройдормана и механический ограничитель однесигнального типа, разработанный ЦКБ Главстроймеханизации Минмонтажспецстроя. При всех несомненных достоинствах этих ограничителей, им присущи и некоторые существенные недостатки. Ограничитель ОП-1 недостаточно надежен, так как в нем использованы в качестве преобразователей датчиков контактные (потенциметрические) элементы. Такие ограничители очевидно целесообразно применять лишь на кранах, имеющих источники питания постоянного тока,

т.е. в случаях, когда применение более надежных — бесконтактных элементов связано с неоправданно громоздкими решениями. Одноступенчатый ограничитель обладает достаточно высокой эксплуатационной надежностью, но его установка возможна лишь на кранах, разработанных с учетом использования именно этого ограничителя, как составной части конструкции крана.

Основным путем повышения надежности работы устройств защиты для башенных, козловых, порталных и некоторых стреловых кранов, работающих от сети переменного тока, следует считать применение в этих устройствах бесконтактных электромеханических схем ограничителей.

Автором проведен анализ различных схем бесконтактных ограничителей грузоподъемности. Показано, что эти схемы могут быть разделены на две группы. К первой из них следует отнести устройства, построенные на принципе сравнения (работающие аналогично схеме ОП-1); ко второй — устройства, вычисляющие текущее значение грузового момента. К этой группе можно отнести и разработанное автором бесконтактное устройство защиты строительных кранов от опрокидывания и перегрузок типа ОП-Б.

Устройства второй группы обладают рядом преимуществ, позволяющих расширить технологические возможности устройств защиты.

ОП-Б представляет собой аналоговое счетно-решающее устройство, построенное на автокомпенсационном принципе с бесконтактным компенсационным элементом. Устройство позволяет реализовать ряд математических операций с достаточными точностью и быстродействием. Оно обрабатывает информацию, поступающую от датчиков усилия и вылета стрелы (возможен также учет информации от датчиков ветровой нагрузки и уклона крана). Устройство непрерывно определяет

грузовой момент крана. Если грузовой момент достигает опасного значения, исполнительные органы устройства выключают механизм крана (кроме тех, с помощью которых можно уменьшить грузовой момент).

Грузовой момент крана есть функция нескольких независимых переменных, главными из которых можно считать вес груза на крюке, вылет стрелы, ветровую нагрузку и уклон крана:

$$M = F(P, L', W, \gamma) \quad (I)$$

где M — грузовой момент;
 P — вес груза на крюке;
 L' — вылет стрелы;
 W — ветровая нагрузка;
 γ — уклон крана.

Реализация алгоритма функции (I) сопряжена со значительными трудностями. С целью упрощения инструментального решения выражения (I) автором введено понятие о "приведенном" весе груза. Под ним следует понимать допустимый вес груза на крюке, который можно поднять при данном ветре и уклоне крана с учетом направлений их действия. Приведенный вес $P_{пр}$ можно выразить как

$$P_{пр} = P_T + \Delta P_B + \Delta P_U,$$

где P_T — вес груза на крюке;
 ΔP_B и ΔP_U — величины, учитывающие соответственно изменение веса груза под действием ветра и уклона.

Очевидно, что ΔP_B и ΔP_U имеют знаки, определяемые направлением их действия. Введение $P_{пр}$ позволяет привести выражение (I) к виду

$$M = F(P_{пр}, L') \quad (3)$$

Учитывая, что допустимый грузовой момент нужно определять в соответствии с грузовыми характеристиками крана для нелинейных участков, этот момент может быть представлен в виде

$$M = P_{пр} \cdot L \cdot f(\alpha), \quad (4)$$

где L — длина стрелы крана, а вид функции $f(\alpha)$ определяют

с помощью грузовой характеристики по аргументу угла наклона стрелы к горизонту α .

В качестве датчика усилия в устройстве защиты применен датчик с кольцевым чувствительным элементом и бесконтактным трансформаторным преобразователем из унифицированного ряда датчиков усилий, разработанных во ВНИИСтройдормаше. В качестве датчика вылета стрелы и функционального преобразователя этой переменной, в соответствии с формой грузовой характеристики крана, применен синусно-косинусный вращающийся трансформатор типа СКВТ. Переменные, подлежащие математической обработке, вводят в СРУ (вторичный прибор устройства) как со стороны компенсационного элемента, так и с измерительной стороны.

Высокое быстродействие устройства достигнуто за счет применения обратной связи по скорости вращения двигателя отработки. Некоторые технологические особенности бесконтактного устройства защиты рассмотрены в главе IV.

Четвертая глава диссертации посвящена вопросам, связанным с исследованием устройства ОПБ для защиты строительных кранов от опрокидывания и перегрузок. Эта глава включает в себя: разработанную автором методику настройки параметров устройства для различных видов грузовых характеристик строительных кранов с характерными примерами графоаналитического определения настроечных элементов ОПБ для основных типов строительных кранов; вопросы привязки датчиков устройства ОПБ применительно к некоторым типам кранов; экспериментальные исследования устройства ОПБ в стендовых и производственных условиях, а также рассмотрение дополнительных технологических возможностей устройства ОПБ, обусловленных наличием в нем счетно-решающих элементов.

Использование устройства защиты для определенной группы

строительных кранов потребовало разработки методики его настройки на различные грузовые характеристики кранов.

Методика, разработанная автором, в которой использован графоаналитический метод, обеспечивает инженерный расчет настроечных параметров устройства защиты при его эксплуатации на различных кранах.

Исходными данными для расчета приняты: грузовая характеристика крана, усредненная статическая характеристика датчика усилия, семейство характеристик датчика вылета и "основная" характеристика счетно-решающего узла. "Основная" характеристика СРУ представляет собой зависимость между текущими значениями вылета и усилия, возникающего в силовом измерительном элементе датчика усилия, комбинации которых определяют опасное значение грузового момента (при настройке партии СРУ необходимо получить идентичность их "основных" характеристик).

Методика включает в себя расчет углов поворота датчика вылета стрелы; расчет нагрузок на датчик усилия; построение семейства вспомогательных характеристик датчика усилия; расчет величины выходного напряжения датчика усилия; определение величины и построение характеристик напряжения питания датчика усилия; определение параметров характеристик выходных напряжений датчика вылета стрелы; выбор схемы коммутации элементов вторичного прибора устройства. Все перечисленные операции по настройке выполняются на заводе-изготовителе устройства. Предложенная методика иллюстрирована примерами определения настроечных элементов устройства применительно к кранам КБ-160.2; МКГ-25 и БКСМ-7-5 с типовыми грузовыми характеристиками.

Как показал опыт эксплуатации, большое значение для правильного функционирования и обеспечения необходимой точности работы

защитного устройства имеет рациональное размещение датчиков в узлах конструкции крана (или так наз. привязка датчиков). Проведенные исследования позволили выбрать рациональную привязку датчиков устройства ОПП-Б применительно к различным типам кранов, в частности, к кранам КБ-160.2; МБТК-80; МКГ-25 и БКСМ-7-5.

Экспериментальные исследования устройства ОПП-Б проведены как в лабораторных (стендовых), так и непосредственно в производственных условиях по специальной методике, разработанной автором. Автор принимал участие в систематическом наблюдении за эксплуатацией опытной партии устройства ОПП-Б в течение длительного времени (более года) на кранах МБТК-80, БКСМ-7-5, КБ-160.2 и МКГ-25.

Результаты проведенных автором исследований были подтверждены в процессе сравнительных испытаний различных устройств защиты Государственной межведомственной комиссией в 1969 г.

На основании лабораторных, натурных и производственных испытаний установлено, что устройство ОПП-Б обладает высокой эксплуатационной надежностью, допустимой погрешностью определения текущего значения грузового момента (порядка $\pm 5\%$) и достаточным быстродействием (порядка 0,5 сек). Устройство не ухудшает точности своей работы при колебаниях питающего напряжения до $\pm 15\%$ и не требует подстроек при переходе от летних и зимним условиям эксплуатации. Устройство ОПП-Б просто в обслуживании. Важным достоинством устройства является его более широкие технологические возможности по сравнению с другими устройствами аналогичного назначения.

Наличие в устройстве ОПП-Б СРУ, непрерывно выдающего на хорошо обзораемой шкале информации о величине фактически действующего на кран грузового момента, позволяет крановщику в значительной степени предотвращать появление аварийных условий работы крана.

Выдержка времени срабатывания сигнально-отключающих элементов устройства ОПП-Б зависит от величин действующего на кран грузового момента так, что по мере приближения этой величины к опасной выдержка времени сокращается. Устройство обладает возможностью математически обрабатывать информацию, поступающую от дополнительных датчиков физических величин, влияющих на устойчивость крана (датчиков ветровой нагрузки, уклона).

Автоматически вычисляя заданные зависимости между всеми величинами, влияющими на устойчивость крана, можно создать систему комплексной защиты крана от опрокидывания. Эти особенности схемы ОПП-Б выгодно отличают ее от других схем.

Способность устройства ОПП-Б осуществлять вычислительные операции позволяет расширить его назначение. Устройство можно использовать не только в качестве прибора защиты крана от опрокидывания, но и в качестве крановых весов и работомера, учитывающего выработку крана в физических единицах. Имеется возможность дистанционной передачи результатов вычисления.

В связи с развитием работ по внедрению в строительство систем радиотелемеханического управления кранами возникла необходимость в новых средствах контроля нагрузки крана. При эксплуатации таких систем возникает задача о получении крановщиком-оператором визуальной информации о величине грузового момента, действующего на кран. С помощью конструктивной модификации устройства ОПП-Б эта задача легко решается. Имеется возможность увеличить шкалу вторичного прибора устройства до площади порядка 1 м^2 и обеспечить обзор ее с двух сторон. Тем самым крановщик-оператор, даже находясь на значительном удалении от крана, получит возможность визуального контроля за величиной действующего грузового момента.

В пятой главе изложены результаты работ автора по созданию,

исследованию и внедрению в практику строительного производства двух устройств с электромеханическими счетно-решающими узлами: полуавтоматического устройства для определения влажности составляющих бетонных и растворных смесей и автоматической весовой установки для загрузки автотранспорта сыпучими материалами.

Как известно, контроль влагосодержания составляющих бетонных, асфальтобетонных и других строительных смесей — неременное условие обеспечения заданных параметров этих смесей. Измерение влажности строительных материалов весьма сложная метрологическая задача, не получившая до сих пор удовлетворительного практического решения. В связи с этим все еще сохраняет свое первостепенное значение лабораторный способ определения влажности путем двойного взвешивания пробы с промежуточным удалением влаги (высушиванием). Однако использование этого ручного способа в условиях автоматизированного приготовления бетонов и растворов себя не оправдывает.

Решение задачи автоматизации определения влажности способом двойного взвешивания с промежуточным высушиванием стало возможным благодаря применению СРУ.

Использование счетно-решающего узла в приборе позволило упростить систему взвешивания проб, допуская разброс их массы в пределах $\pm 20\%$ практически без снижения точности определения влажности.

На основании проведенных во ВНИИСтройдормаше при участии автора экспериментальных исследований конструктивно-технологических вариантов устройства (различных способов отбора проб, величин веса пробы, типов контейнеров с пробой и др.), а также теоретического анализа точности его работы, выбрана оптимальная структура устройства. В результате сравнительного анализа вариантов схем СРУ была выбрана схема, которая представляет собой контактную модификацию автокомпенсационной схемы, выполненной на базе

электронного потенциометра типа ЭПП-09. Особенность разработанной схемы заключается в получении двух независимых переменных с одного реохорда, установленного на весах типа ВНЦ, в виде напряжений, пропорциональных весам влажной и высушенной проб.

Устройство состоит из нескольких блоков: СРУ, весового устройства с блоком памяти, запоминающим вес влажной пробы; релейного блока с программным устройством; транспортерного устройства; сушильного устройства.

Разработанное устройство осуществляет автоматическое определение влагосодержания проб материалов, имеющих влажность в пределах от 1 до 15%, с погрешностью измерений $\pm 1\%$ и продолжительностью полного цикла работы порядка 5 мин.

Длительная производственная эксплуатация данного устройства на ряде заводов ЖБИ показала его технологическую рациональность, эксплуатационную надежность и стабильность его метрологических характеристик.

Разработанное устройство не следует противопоставлять аппаратуре, основанной на других, в частности, непрерывных методах определения влажности сыпучих материалов. Более того, данное устройство может успешно использоваться совместно с другой аппаратурой для периодического контроля показаний приборов непрерывного действия, точность работы которых со временем изменяется под действием различных факторов.

За последние годы созданы заводы-автоматы с программным управлением для приготовления многомарочных бетонов и растворов.

Одно из новых средств автоматизации, созданных для этих заводов, — автоматическая весовая установка, разработанная при участии автора. Она предназначена для автоматической загрузки автотранспорта сыпучими материалами и смесями.

В установке использована весовая платформа с четырьмя силовыми измерительными элементами стержневого типа и тензорезисторными преобразователями, соединенными по мостовой схеме. Напряжение разбаланса моста измеряют автоматическим электронным потенциометром ЭПП-09, который выполняет также функции СРУ. Он алгебраически суммирует напряжения, пропорциональные весам тары, платформы, отпущаемой продукции. Установка в ЭПП-09 специальных контактных групп обеспечивает опознавание марки автомобиля (по его весу) и заполнение ее согласно грузоподъемности. Напряжение, пропорциональное весу тары, измеряется в блоке сброса веса тары автокомпенсационным способом, запоминается в нем и подается в схему измерения веса с обратным знаком. В связи с тем, что весовая измерительная схема и блок сброса веса тары работают одновременно, в последнем, при помощи коммутации, использованы отдельные узлы потенциометра ЭПП-09.

Отдельный релейный блок обеспечивает необходимую последовательность работы элементов автоматического весового устройства в процессе выполнения операций взвешивания, загрузки автомашинны и учета количества отпущенной продукции.

Установки находятся в производственной эксплуатации с 1961 г. в трестах "Химметаллургстрой" (г.Калуж) и № I Главкивстрой (г.Киев).

Таким образом, вычислительная часть обоих автоматических устройств, описанных в данной главе, так же, как и вычислительный блок устройства для защиты строительно-монтажных кранов от опрокидывания, выполнены по единому принципу - на базе электромеханического счетно-решающего устройства, работающего по автокомпенсационному методу.

Проведенные в работе исследования показали эффективность применения электромеханических СРУ в автоматических устройствах для частичной автоматизации технологических процессов в строительстве

и работы строительных машин. Простота и эксплуатационная надежность таких СРУ, определяемая возможностью широкого применения в их составе серийно изготавливаемых элементов, возможность использования однотипных СРУ для автоматизации различных технологических процессов и машин - все это позволяет рекомендовать электромеханические СРУ к широкому применению в средствах автоматизации строительного производства.

В ы в о д ы

1. Дальнейшее совершенствование технологии и механизации строительного производства и повышение технического уровня использования строительных машин (обеспечение оптимальных режимов их работы) требуют применения средств автоматизации. Однако использование для этих целей громоздких, сложных и дорогостоящих электронных цифровых вычислительных машин не оправдывается с технической и экономической точек зрения.

2. Проведенный анализ современного уровня автоматизации технологических процессов строительства позволил выявить возможность его повышения за счет применения средств вычислительной техники. На основании этого анализа установлено, что наиболее эффективными средствами вычислительной техники для автоматизации многих технологических процессов строительства и строительных машин следует считать применение аналоговых вычислительных устройств.

3. Показано, что из известных средств аналоговой вычислительной техники в условиях строительного производства целесообразно использование электромеханических контактных и особенно бесконтактных счетно-решающих устройств (СРУ), построенных на автокомпенсационном принципе. Они, допуская унификацию и однотипность, с достаточными точностью и быстродействием позволяют автоматизировать

совершенно различные технологические процессы. Кроме того, эти устройства могут быть разработаны на базе серийно выпускаемых автокомпенсационных измеряющих и регулирующих приборов.

4. Выявлены области рационального применения упомянутых выше СРУ для автоматизации технологии ряда строительных процессов и работы строительных машин, в частности, в устройствах защиты кранов, в приборах по определению влажности строительных материалов, в автоматических весовых установках, в устройствах учета работы и производительности строительных машин, в устройствах для автоматического обеспечения прямолинейного поступательного перемещения ковша экскаватора, в области автоматизации процессов дозирования компонентов бетонных и растворных смесей, в устройствах для автоматического распределения нагрузок на арматуру изделий из предварительно напряженного железобетона, в стендах для безразборной диагностики состояния строительных машин и др.

5. Получена аналитическая зависимость, которая позволяет определять текущее значение грузового момента строительных кранов с помощью аналогового СРУ (4). Эта зависимость реализуется созданным бесконтактным устройством для автоматической защиты строительных кранов от опрокидывания и перегрузок. Устройство включает в себя счетно-решающий узел с бесконтактной автокомпенсационной схемой. Применение бесконтактных элементов в устройстве обеспечивает его высокую надежность и простоту обслуживания по сравнению с другими устройствами аналогичного назначения. Разработана методика графоаналитического определения настроечных параметров бесконтактного устройства защиты на различные грузовые характеристики строительных кранов. Даны примеры расчета настройки устройства на типовые грузовые характеристики кранов.

Лабораторные исследования и длительные производственные испытания бесконтактного устройства защиты, проведенные по специально разработанной методике, выявили его высокую эксплуатационную надежность, допустимую погрешность определения грузового момента в пределах $\pm 5\%$ при различных климатических условиях, вибрациях и колебаниях питающего напряжения до $\pm 15\%$.

6. Разработан способ автоматического определения влажности сыпучих строительных материалов с использованием счетно-решающего устройства, основанный на принципе двойного взвешивания с промежуточным высушиванием.

Исследования показали, что способ обеспечивает погрешность в определении влажности, не превышающую $\pm 1\%$ при разбросе веса проб порядка $\pm 20\%$.

7. Использование электромеханического СРУ в системе автоматической весовой установки бетонных заводов-автоматов обеспечило новую технологию отпуска бетонных и растворных смесей. Осуществлено автоматическое опознавание марки автомобиля с грузом, сброс веса тары автомобиля, автоматическая загрузка его заданным количеством продукции (с погрешностью не более $\pm 2\%$), регистрация численности загруженных машин и учет суммарного количества отпущенной продукции.

8. Примеры использования СРУ, рассмотренные в работе, показывают высокую эффективность их применения. Так, устройство защиты кранов ОПН-Б в результате применения СРУ имеет лучшие защитно-эксплуатационные показатели, чем другие ограничители:

а) устройство позволяет непрерывно информировать крановщика о величине действующего грузового момента, что особенно важно для обеспечения безопасной работы при монтаже зданий повышенной этажности;

б) при наличии на кране датчиков ветра и уклона устройство

дает возможность осуществить комплексную защиту крана (в отличие от раздельной защиты, применяемой в настоящее время), благодаря чему возможно улучшить его использование;

в) устройство может выполнять функции крановых весов.

Использование СРУ для определения влажности строительных материалов позволило получить достаточную точность, не зависящую от физико-химических свойств этих материалов.

Применение СРУ в схеме весовой установки обеспечило автоматическую загрузку автотранспорта в соответствии с его грузоподъемностью с учетом веса тары.

9. Выявленные экспериментальными исследованиями простота и надежность электромеханических счетно-решающих устройств позволяют рекомендовать их к более широкому использованию в устройствах, предназначенных для автоматизации технологических процессов строительного производства.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Барцал Н.А., Лобановский М.Г., Беркман И.Л. "Бесконтактный электромеханический ограничитель грузоподъемности крана", авторское свидетельство № I250I6 от 23.III.59 г.

2. Барцал Н.А., Бау М.М., Титов М.А. "Автоматическая весовая установка для загрузки автотранспорта сыпучими материалами", журнал "Приборостроение", № I2, 1960 г.

3. Барцал Н.А., Огиевич В.А., Щедровицкий С.С. и др. "Полуавтоматический прибор для определения влажности песка", труды ВНИИСтройдормаша, XXXI, 1963г.

4. Барцал Н.А. и др. "Бесконтактное устройство защиты строительно-монтажных кранов от опрокидывания и перегрузок", "Машины и механизмы для монтажных и специальных строительных работ". Обзорная информация. Выпуск I (I3), 1969. ЦБТИ. Министерство монтажных и специальных работ СССР, Главстроймеханизация.

дает возможность осуществить комплексную защиту крана (в отличие от раздельной защиты, применяемой в настоящее время), благодаря чему возможно улучшить его использование;

в) устройство может выполнять функции крановых весов.

Использование СРУ для определения влажности строительных материалов позволило получить достаточную точность, не зависящую от физико-химических свойств этих материалов.

Применение СРУ в схеме весовой установки обеспечило автоматическую загрузку автотранспорта в соответствии с его грузоподъемностью с учетом веса тары.

9. Выявленные экспериментальными исследованиями простота и надежность электромеханических счетно-решающих устройств позволяют рекомендовать их к более широкому использованию в устройствах, предназначенных для автоматизации технологических процессов строительного производства.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Барцал Н.А., Лобановский М.Г., Беркман И.Л. "Бесконтактный электромеханический ограничитель грузоподъемности крана", авторское свидетельство № I250I6 от 23.Ш.59 г.

2. Барцал Н.А., Бау М.М., Титов М.А. "Автоматическая весовая установка для загрузки автотранспорта сыпучими материалами", журнал "Приборостроение", № I2, I960 г.

3. Барцал Н.А., Огиевич В.А., Щедровицкий С.С. и др. "Полуавтоматический прибор для определения влажности песка", труды ВНИИСтройдормаша, XXXI, I963г.

4. Барцал Н.А. и др. "Бесконтактное устройство защиты строительно-монтажных кранов от опрокидывания и перегрузок", "Машины и механизмы для монтажных и специальных строительных работ". Обзорная информация. Выпуск I (I3), I969. ЦБТИ. Министерство монтажных и специальных работ СССР, Главстроймеханизация.