

- tre'ej Ekaterinburgskoj) nauchno-prakticheskoy konferencii. Ekaterinburg: Izd-vo AMB, 2014, pp. 387-393.
2. Babina E. A. Istoriya vozniknoveniya i osobennosti razvitiya peshekhodnyh ulic v Rossii [The history and development of pedestrian streets in Russia] // Arhitekton: Izvestiya Vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education Institutions]. 2012, no. 39, pp. 51-58.
 3. Babina E.A. Proshloe, nastoyashchee i budushchee gorodskih peshekhodnyh territorij [Past, present and future of urban pedestrian areas] // Arhitekton: Izvestiya Vuzov [Architecton: Proceedings of Higher Education Institutions]. 2013, no. 42, pp. 61-69.
 4. SNP 35-01-2001 «Dostupnost' zdaniy i sooruzhenij dlya malomo-bil'nyh grupp naseleniya» [«Accessibility of buildings and facilities for people with limited mobility»].
 5. Leontyeva E. G. Dostupnaya sreda glazami invalidov [The accessible environment through the eyes of disabled people] / Nauchno-populyarnoe izdanie [Popular Scientific Edition]. Ekaterinburg: Iz-vo Basko, 2001. 64 p.

УДК 658.286.2:621.746.2

Ошурков В.А., Цуприк Л.С., Бурмистров К.В., Бурмистрова И.С.

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОГО ЧУГУНА НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. В статье приведено описание особенностей и проблем транспортировки жидкого чугуна в чугуновозных ковшах и миксерах-чугуновозах на металлургических предприятиях. В результате анализа было выявлено, что наибольшее влияние на качественную транспортировку жидкого чугуна оказывает частое повреждение футеровки, а также носика ковша и миксера, отсутствие возможности отслеживания местонахождения подвижного состава. В статье приводится описание концепции системы мониторинга транспортировки жидкого чугуна на металлургических предприятиях. В соответствии с концепцией, система состоит из трёх основных подсистем: подсистема идентификации и мониторинга пары ковш-лафет и миксера-чугуновоза; подсистема контроля прогара футеровки; подсистема контроля наростов и носиков. Выделенные подсистемы в полной мере решают выявленные проблемы. Для реализации заявленных в системе функций нами были выдвинуты требования к оборудованию железнодорожных путей, по которым осуществляется транспортировка чугуновозных ковшей и миксеров-чугуновозов. Внедрение системы позволит уменьшить риски, связанные с возможностью возникновения аварийных ситуаций при транспортировке жидкого чугуна, и сократит время простоев сталеразливочного оборудования.

Ключевые слова: жидкий чугун, чугуновозный ковш, лафет, автоматизированная система, автоматизация, мониторинг, футеровка, RFID-технологии, миксер-чугуновоз, металлургия.

Введение

Транспортировка жидкого чугуна является неотъемлемым элементом производства металла. Перевозка осуществляется в чугуновозных ковшах и миксерах-чугуновозах (чугуновозах миксерного типа). Поскольку при транспортировке жидкого чугуна чугуновозные ковши и миксера-чугуновозы подвергаются значительному нагреву, термическим и механическим нагрузкам, то к ним предъявляются повышенные требования. Наибольшему износу подвергается футеровка, а также носики ковшей и миксеров, наблюдается образование наростов [9].

Помимо этого, при транспортировке жидкого чугуна исключительно важным является время его транспортирования, которое влияет на температуру чугуна и, как следствие, на расходы энергоресурсов, необходимые на его разогрев. Любые задержки при транспортировании жидкого чугуна могут напрямую повлиять на работу сталеразливочных машин, вызвав снижение их производительности или простой [7].

Для решения перечисленных проблем необходимо организовать:

1. Контроль состояния ковша и миксера-чугуновоза, отслеживая параметры [5]:

- температура футеровки;
- масса чугуна в ковше или миксере-чугуновозе;
- рельеф ковша.

2. Контроль за положением пары ковш-лафета или миксера-чугуновоза.

В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к организации контроля состояния чугуновозных ковшей и миксеров-чугуновозов посредством различного рода автоматизированных систем [5,8], но на практике отслеживание введётся операторами визуально, с последующим ручным вводом данных о количестве перевозок каждого ковша или миксера-чугуновоза и отсутствует комплексное отслеживание уязвимых мест чугуновозного ковша или миксера-чугуновоза [2-4]. В связи с этим, задача автоматизации процесса транспортирования, контроля чугуновозных ковшей или миксеров-чугуновозов является актуальной.

Теория, данные и методы исследования, технические и технологические разработки

Для решения поставленной задачи предлагается внедрение автоматизированной системы по мониторингу транспортирования жидкого чугуна в чугуновозных ковшах и миксерах-чугуновозах, в рамках которой должны быть реализованы следующие основные функции:

- определение времени прохождения контрольных точек пары ковш-лафета и миксеров-чугуновозов;
- определение времени эксплуатации каждого ковша и миксера-чугуновоза;
- определение степени наростов в ковшах и миксерах-чугуновозах;
- определение степени прогара футеровки;

- определение состояния носиков ковшей и миксеров-чугуновозов.

Автоматизированная система мониторинга транспортирования жидкого чугуна в чугуновозных ковшах и миксерах-чугуновозах должна состоять из следующих подсистем:

- подсистема идентификации и мониторинга пары ковш-лафет и миксера-чугуновоза;
- подсистема контроля прогара футеровки;
- подсистема контроля состояния наростов и носика.

На рис. 1 приведена архитектура автоматизированной системы мониторинга транспортирования жидкого чугуна в чугуновозных ковшах и миксеров-чугуновозов.



Рис. 1. Архитектура автоматизированной системы мониторинга транспортирования жидкого чугуна на металлургических предприятиях

Результаты исследований

Ниже рассмотрим предлагаемую архитектуру автоматизированной системы мониторинга транспортирования чугуновозных ковшей.

Подсистема идентификации и мониторинга пары ковш-лафет и миксера-чугуновоза. Подсистема предназначена для отображения в режиме реального времени на мнемосхеме следующей информации по ковшу, лафету и миксеру-чугуновозу:

- направление движения лафеты, ковша и миксера-чугуновоза;
- определение, на каком лафете находится ковш;
- количество наливов, разливов ковша и миксера-чугуновоза;
- масса ковша и миксера-чугуновоза.

Для этого предусматриваются следующие решения.

1. Оборудовать все лафеты парка RFID-метками (по четыре метки на лафет) (рис. 2).

Для идентификации пары ковш-лафет может быть использована RFID технология. RFID – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные [5]. Предлагается устанавливать четыре пассивные RFID-метки (по две с каждой стороны лафета), для идентификации подвижного состава с каждой стороны железнодорожного пути.

Наличие двух меток с каждой стороны лафета позволяет определять направление его движения. На

рис. 3 показана схема работы предлагаемой системы по определению местоположения и направления движения лафета.

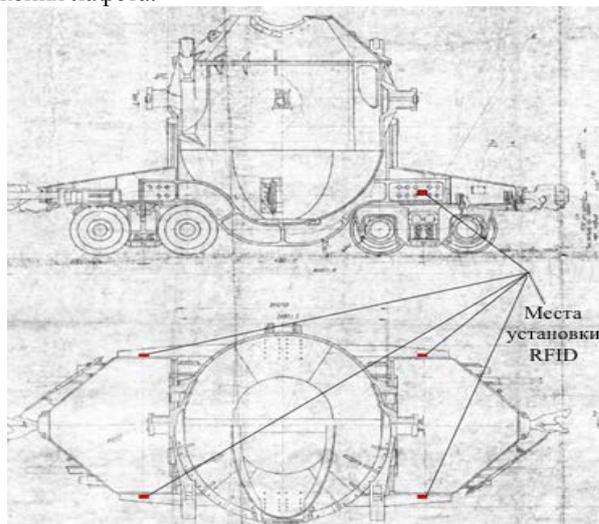


Рис. 2. Места установки RFID-меток на лафет

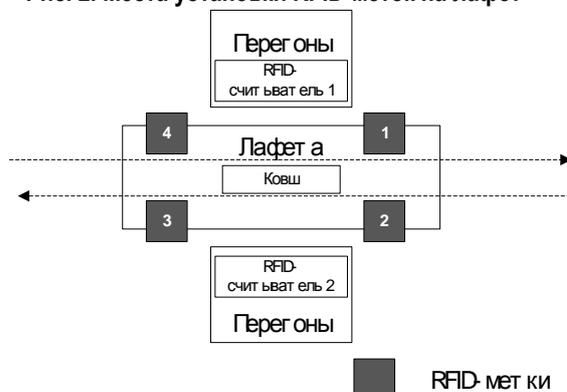


Рис. 3. Схема определения местоположения лафета

2. Оборудовать все ковши и миксера-чугуновозы идентификационными бирками (рис. 4). Бирки содержат уникальный ID объекта (после ремонта подвижного состава бирка заменяется).



Рис.4. Расположение идентификационной бирки на ковше или миксере-чугуновозе

3. Оборудовать контрольные точки камерами для считывания бирок и принтером для печати бирки. Ввиду того, что ковши и миксеры-чугуновозы могут менять лафет, для слежения за лафетом применяются RFID метки, а для ковшей и миксеров-чугуновозов – бирки.

4. Оборудовать железнодорожные перегоны и весы RFID-считывателями (рис. 5) для считывания RFID-меток и определения направления движения лафет.



Рис. 5. Расположение RFID-считывателей на перегонах

5. Провешивать гружёные ковши и миксеры-чугуновозы перед отправкой на передел, и провешивать порожние ковши и миксеры-чугуновозы после передела.

6. Регистрировать все провески по времени в едином реестре.

7. Контролировать привязки номера ковша или миксера-чугуновоза с номером лафета (RFID-метки) в момент провески.

8. Вести изменения в реестре привязки ковшей и миксера-чугуновоза к лафету при поступлении ковшей или миксера-чугуновоза из депо ремонтов.

Подсистема контроля прогара футеровки. Подсистема контроля прогара футеровки реализуется посредством установки стационарного тепловизора. Чугуновозные ковши и миксера-чугуновозы перед и после слива чугуна должны проходить тепловизионный контроль, после чего результаты измерения (температуры поверхности) автоматически сравниваются с нормативными значениями температур, далее определяется степень прогара ковша или миксера-чугуновоза и осуществляется информирование диспетчера о факте превышения этого нормативного значения. После этого диспетчер принимает решение о дальнейшей эксплуатации ковша или миксера-чугуновоза. При этом, если степень прогара превышает допустимую величину, то ковш или миксер-чугуновоз направляется в депо ремонта.

На рис. 6 приведён пример работы тепловизора, где сверху фотография ковша, сделанная на фотокамеру, а снизу – тепловизором.

В таблице описаны результаты работы тепловизора, по которым определяется состояние ковша или миксера-чугуновоза.

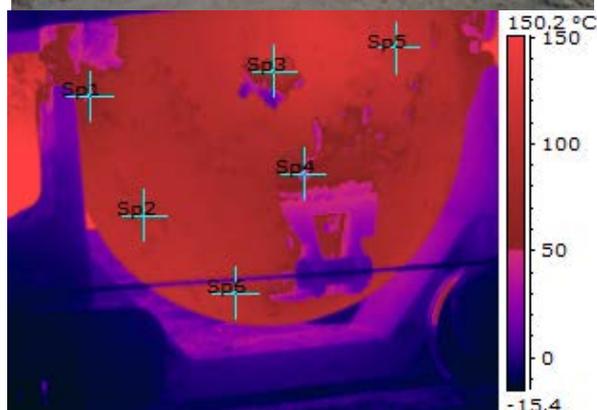


Рис. 6. Результат работы тепловизора

Отчёт по работе тепловизора

Наименование показателя	Значение показателя, °C
Атмосферная температура	-20.0
Температура в точке 1	46.6
Температура в точке 2	104.0
Температура в точке 3	100.3
Температура в точке 4	46.1
Температура в точке 5	102.4
Температура в точке 6	100.2

Подсистема контроля наростов и носиков. Подсистема контроля наростов и носиков реализуется посредством установки в цехе перед разливкой 3D-камеры видеонаблюдения. Каждый раз на посту должно выполняться:

- автоматическое сканирование ковша или миксера-чугуновоза;
- автоматическое сопоставление фактического рельефа ковша или миксера-чугуновоза с эталоном (математической моделью);
- автоматический расчёт степени наростов;
- автоматический расчёт степени прогара носика;
- автоматическое отображение результатов контроля на рабочем месте оператора и диспетчера;
- автоматизированное принятие решения о дальнейшей эксплуатации ковша или миксера-чугуновоза. Если степень наростов или прогара носика превышает допустимую величину, то ковш или миксер-чугуновоз направляется в депо ремонта.

Заключение

Внедрение автоматизированной системы мониторинга транспортировки жидкого чугуна на металлургических производствах позволит: непрерывно в реальном времени определять местоположение чугуновозных ковшей и миксеров-чугуновозов; контролировать степень износа футеровки, порчу носиков и образование наростов. Это позволит уменьшить риски, связанные с возможностью возникновения аварийных ситуаций при транспортировке жидкого чугуна на 30%; уменьшить время простоев сталеразливочного оборудования до 40%; увеличить срок полезного использования оборудования до 35% [1, 6].

Список литературы

1. Автоматика и автоматизация производственных процессов в строительстве и путевом хозяйстве. / В.Ф. Яковлев, Н.М. Булаш, В.В. Гнилomedов и др. Под ред. В.Ф. Яковлева. М.: Транспорт, 1990. 279 с.
2. Бурмистров К.В., Цуприк Л.С., Бурмистрова И.С., Ошурков В.А. Особенности проектирования MES и ERP-систем на горнодобывающих предприятиях // Сборник научных трудов SWORLD, 2014. Т.4, №9. С.94-99.

Сведения об авторах

Ошурков Вячеслав Александрович – бизнес-аналитик АСУП ЗАО «КонсОМ СКС», Россия. Тел.: +79823000145, oshurkov.v@konsom.ru.

Цуприк Любовь Сергеевна – ведущий инженер АСУП ЗАО «КонсОМ СКС», Россия. Тел.: +79823000153. E-mail: cuprik.l@konsom.ru.

Бурмистров Константин Владимирович – канд. техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-56. E-mail: burmistrov_kv@mail.ru.

Бурмистрова Ирина Сергеевна – магистрант кафедры «Промышленный транспорт» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия. Тел.: +7-3519-29-85-16. E-mail: burmistrova_is@mail.ru.

3. Доронин В.Ю. Построение системы диспетчеризации и контроля технологических процессов как элемента управления промышленным предприятием / В.Ю. Доронин, Ю.Н. Волщук, П.Л. Макашов, А.В. Романенко, Е.Н. Ишметьев, А.В. Леднов, В.Н. Макашова. М.: Управление большими системами, 2011. С. 116-119.
4. Рахмангулов А.Н. Железнодорожные транспортно-технологические системы: организация функционирования: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 300 с.
5. Считывание меток URL: <http://goo.gl/pA2jIP>. Дата обращения: 27.05.2015.
6. Технология, механизация и автоматизация путевых работ. Учебник для вузов. / Э.В. Воробьев, К.Н. Дьяков, В.Г. Максимов и др. Под ред. Э.В. Воробьева, К.Н. Дьякова. М.: Транспорт, 1996. 375 с.
7. Организация перевозок и управление на транспорте. Технология. Часть 2: Учеб. пособие / Под ред. С.Н. Корнилова и А.Н. Рахмангулова. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. 176 с.
8. Stakowski A., Pamula T. Intelligent transportation systems - problems and perspectives. Springer, Studies in Systems Decision and Control, Volume 32, Switzerland, 2016, 303 p.
9. Вегман Е.Ф. и др. Металлургия чугуна. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 774 с.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

THE CONCEPT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR TRANSPORTS MONITORING OF LIQUID IRON IN THE STEEL INDUSTRIES

Oshurkov Vyacheslav Aleksandrovich – Business Analyst, CJSC «KonsOM SKS», Russia. Phone.: +79823000145. E-mail: oshurkov.v@konsom.ru.

Cuprik Lyubov' Sergeevna – Leading Engineer, CJSC «KonsOM SKS», Russia. Phone.: +79823000153. E-mail: cuprik.l@konsom.ru.

Burmistrov Konstantin Vladimirovich – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-56. E-mail: burmistrov_kv@mail.ru.

Burmistrova Irina Sergeevna – Undergraduate Student, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: +7-3519-29-85-16. E-mail: burmistrova_is@mail.ru.

Abstract. This article describes the characteristics and problems of transportation of liquid iron in the hot-metal ladle and mixers-hot metal from the steel industries. The analysis found that the greatest impact on the quality of liquid iron transport provides frequent damage to the lining of the spout and the ladle and the mixer, and the inability to track their location on the site. Certain problems are the basis for the development of the concept of monitoring the transport of liquid iron in the steel industries. In accordance with the concept of the system consists of three main subsystems: the identification and monitoring of a pair of ladle-carriage and mixer-hot metal; control subsystem burnout lining; subsystem control the build-up and spout. Dedicated subsystem fully address the issues identified. To implement the functions declared in the system we have put forward requirements for equipment transport pathways iron ladles and mixers-hot metal. As a result, we can say that the introduction of the system will reduce the risks associated with the possibility of accidents during transportation of liquid iron, and reduce downtime steel teeming equipment.

Keywords: transport, liquid iron, iron ladle, carriage, automated system, automation, monitoring, lining, RFID-technology, mixer-hot metal, metallurgy

References

1. Avtomatika i avtomatizacija proizvodstvennyh processov v stroitel'stve i putevom hozjajstve [Automation and automatization of production processes in the construction and road economy] / V.F. Jakovlev, N.M. Bulash, V.V. Gnilomedov i dr. Moscow: Transport, 1990, 279 p.
2. Burmistrov K.V., Cuprik L.S., Burmistrova I.S., Oshurkov V.A. Osobennosti proektirovanija MES i ERP-sistem na gornodobyvajushhijh predpriyatijah [Design features MES and ERP-systems at the mining enterprises] // Sbornik nauchnyh trudov SWORLD [Collection of Scientific Works SWORLD], 2014, vol. 4, no. 9, pp. 94-99.
3. Doronin V.Ju. Postroenie sistemy dispetcherizacii i kontrolja tehnologicheskijh processov kak jelementa upravlenija promyshlennym predpriyatijem [Building of scheduling system and process control as an element of management of industrial enterprise] / V.Ju. Doronin, Ju.N. Volshhukov, P.L. Makashov, A.V. Romanenko, E.N. Ishmet'ev, A.V. Lednov, V.N. Makashova. Moscow: Upravlenie bol'shimi sistemami [Big System Management], 2011, pp. 116-119.
4. Rakhmangulov A.N. Zheleznodorozhnye transportno-tehnologicheskie sistemy: organizacija funkcionirovanija: monografija [Railway transport-technological systems: organization of functioning]. Magnitogorsk: Izd-vo

- Magnitogorsk. gos. tehn. un-ta im. G.I. Nosova [Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2014, 300 p.
5. Schityvanie metok [Labels Scanning]. Available: <http://goo.gl/pA2JlP> [2015, May 27].
 6. Tehnologija, mehanizacija i avtomatizacija putevnyh работ. Uchebnik dlja vuzov [Technology, mechanization and automation of track work. Textbook for high schools] / Je.V. Vorob'ev, K.N. D'jakov, V.G. Maksimov i dr. Pod. red. Je.V. Vorob'eva, K.N. D'jakova. Moscow: Transport, 1996, 375 p.
 7. Organization of Transportation and Transport Management. Technology. Part 2: Tekstbook/ Editors. S.N. Kornilov, A.N. Rakhmangulov. Magnitogorsk: NMSTU, 2011, 176 p.
 8. Stadkowski A., Pamula T. Intelligent transportation systems - problems and perspectives. Springer, Studies in Systems Decision and Control, Vol. 32, Switzerland, 2016, 303 p.
 9. Vegman E.F i dr. Metallurgija chuguna [Iron Metallurgy]. Moscow: IKC «Akademkniga», 2004, 774 p.

УДК 656.222.4:004.428.4

Тимченко В.С., Кокурин И.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ «УЗКИХ МЕСТ», ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Аннотация. В статье представлен обзор методов: получения данных о временных параметрах продвижения грузовых поездов по железнодорожным направлениям с использованием существующих информационных систем; пропуска испытательных грузовых поездов для определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность при современных объемах перевозок и существующем техническом оснащении. Представлен пример использования метода имитационного моделирования движения грузовых поездов для определения «узких мест» при прогнозируемых объемах перевозок и в условиях развития технического оснащения железнодорожных станций.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, пропускная способность, методы определения «узких мест», имитационное моделирование

По данным Ассоциации морских торговых портов [1], объем железнодорожных перевозок, обслуживающих морские порты РФ, увеличился с 413.3 млн т в 2007 году до 623.4 млн т в 2014 году.

Техническое состояние сети железных дорог РФ не позволяет освоить существующие, а тем более перспективные объемы перевозок, что вызывает необходимость проведения дорогостоящих реконструктивных мероприятий.

В настоящее время суммарная протяженность участков с недостаточной пропускной способностью («узких мест») составляет 8.3 тыс. км или около 30% протяженности основных направлений сети железных дорог, обеспечивающих около 80% всей грузовой работы [2].

Для экономии инвестиций предлагаются методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность при существующих и перспективных объемах перевозок, и обоснования мероприятий по их поэтапному устранению.

1. Метод получения информации о временных параметрах продвижения грузовых поездов по обследуемым железнодорожным направлениям.

Принятые формы статистической отчетности не содержат данных о моментах времени проследования грузовыми поездами станций. Из множества железнодорожных информационных систем для решения данной задачи может быть использована система СИРИУС. Однако она позволяет получать эти данные только для тех станций, с которых предусмотрена передача информации. Кроме того, эта информация остаётся доступной пользователям в течение короткого промежутка времени после проследования поезда. Возможно ручное дополнение информации о проследовании поездов данными, полученными из системы

ГИД-Урал. В этой системе необходимые данные хранятся в течение длительного времени, однако получить их можно только в пределах одной железной дороги.

Для статистической обработки получаемых данных использовались электронные таблицы Microsoft Excel, с помощью которых вычислялись длительности стоянок поездов на станциях, технические, участковые и маршрутные скорости движения испытательных поездов. При этом важно отметить, что получаемые величины не усреднялись по всем пропущенным поездам. Это позволило выявлять длительные стоянки и низкие скорости отдельных поездов, которым соответствуют «узкие места», ограничивающие пропускную способность.

2. Методы определения «узких мест», ограничивающих пропускную способность. На информационной основе первого метода разработан метод мониторинга параметров движения испытательных грузовых поездов, а для перспективных размеров движения, предлагаемых вариантов организации перевозок и реконструкции инфраструктуры – метод имитационного моделирования движения грузовых поездов [3-12]. Оба метода испытывались на железнодорожном направлении Кузбасс–Лужская.

На рис. 1 представлены максимальные простои испытательных поездов на всех станциях рассматриваемого железнодорожного направления. Ранжирование этих величин в порядке убывания позволило определить станции, в наибольшей степени ограничивающие пропускную способность: Гатчина-Товарная, Балтийская, Волховстрой-2, Свердловск-Сортировочный, Ишим, Россолово, Фрезерный, Терентьев, Шаля, Буй, Бабаево, Волховстрой-1, Пороги и т.д.