

Повышение технического уровня производства бетонных работ

Монолитный бетон и железобетон широко применяются в промышленном, транспортном, энергетическом, жилищно-гражданском и других видах строительства. Ежегодный объем их применения в отечественном строительстве - более 100 млн. м³.

Монолитный бетон и железобетон широко применяются в промышленном, транспортном, энергетическом, жилищно-гражданском и других видах строительства. Ежегодный объем их применения в отечественном строительстве - более 100 млн. м³.

На ближайшие десятилетия монолитный бетон и железобетон остаются основными строительными материалами. Сопоставление перспективных планов капитального строительства и перспективных планов развития материалопроизводящих отраслей народного хозяйства (промышленности строительных материалов, металлургии, химии, деревообрабатывающей) позволяет предполагать, что монолитный бетон и железобетон к 2010 году будут составлять около 35% общей массы строительных материалов. На бетонных работах занято более 7% численности всех строителей.

Возведение монолитных конструкций и сооружений связано с большими материальными, трудовыми и энергетическими затратами, а расход электроэнергии, затрачиваемой на обработку бетона, составляет более 1 миллиарда киловатт-часов.

В 2000 г. на производстве монолитного бетона и железобетона средняя выработка одного рабочего в целом по стране составила 210 м³ в год, а в США и ФРГ была в 2-2,5 раза выше. Доля механизированного труда при выполнении бетонных работ составляет менее четверти общих трудовых затрат.

Около 17% работ выполняется с использованием механизированного инструмента, но характер труда этой части рабочих классифицируется как тяжелый с неблагоприятными воздействиями (вибрация, шум, большие физические нагрузки). Более 58% всех работающих на возведении монолитных конструкций выполняют пока работу ручную.

Вместе с тем, темпы роста объемов конструкций из монолитного бетона, возводимых по прогрессивной технологии, остаются низкими, а затраты труда на многих стройках превышают нормативные и составляют 2,27 чел/ч на 1 м³ бетона (нормативные по ЕНиР 1,52 чел/ч). Медленно совершенствуется техника для производства таких работ.

Основными причинами этого положения являются недостаточное оснащение строительных организаций высокоэффективными механизмами, оборудованием и материалами, в том числе крайне мал выпуск суперпластификаторов промышленностью.

Приготовление бетонной смеси. В подрядных строительных организациях в эксплуатации находятся около 19,2 тыс. инвентарных и передвижных заводов и установок. Центральные бетонные заводы и ряд приобъектных бетоносмесительных установок являются высокомеханизированными. Но большинство из них не отвечают уровню современных требований и нуждается в переоснащении современным оборудованием и средствами автоматизации. На таких заводах и установках готовят около 50% бетонной смеси. Выработка на одного работника на крупных предприятиях составляет 2 - 2,8 тыс. м³ в год, а в системе Минэнерго превышает 3,5 тыс. м³/чел. год, а в среднем по стране - 1,8 тыс. м³/чел. год. В ФРГ, США, Японии показатели выработки составляют 3,6-4,8 тыс. м³/чел. год. Одной из причин относительно низких показателей является малая средняя емкость смесителей на наших заводах. Только 5% общего количества и 12% общей полезной емкости составляют крупные смесители (с объемом готового замеса 800 л и более). Средневзвешенная вместимость бетоносмесителей по стране составляет около 300 л. По строительным министерствам с учетом бетоносмесительных цехов заводов железобетонных изделий она колеблется от 600 до 350 л.

Высокие технико-экономические показатели бетоносмесительных заводов в ФРГ и США достигнуты за счет автоматического и полуавтоматического управления загрузкой, дозировкой, перемешиванием и выгрузкой смеси. Работа по подбору составов основана на полученных экспериментальных данных и периодически обновляется, если меняются гранулометрический состав заполнителей, поставщик цемента или внешние условия, оказывающие влияние на влажность заполнителей. Данные составов, подобранных как из условий прочностных

показателей, так и удобоукладываемости, заносят на перфокарты, банк которых обычно насчитывает 35-50 единиц, хотя ходовыми являются 6- 12.

Общий технический уровень, конструктивные решения оборудования, средств автоматизации на отечественных бетонных заводах и установках отстают от передовых зарубежных образцов. В ближайшее время необходимо разработать системы комплексной автоматизации на базе микропроцессорной техники, мини-ЭВМ, включающие автоматизацию процессов от приема исходных материалов на складах до выдачи готовой продукции; создание безрычажных тензометрических дозаторов, радиометрических устройств для обогрева и поддержания заданной температуры материалов и бетонной смеси.

Наряду с разработкой новых средств автоматизации и видов оборудования, следует развернуть работы по модернизации действующих бетонных заводов на базе выпускаемой аппаратуры и систем автоматизации.

Трудности, связанные с автоматизацией бетоносмесительных заводов и установок, возникают также в связи с низким качеством заполнителей (песка, щебня). Для приготовления бетона часто применяют заполнители, не удовлетворяющие требованиям действующих ГОСТов и других нормативных документов. В большинстве случаев заполнители хранят на открытых складах, что приводит к снижению их качества и неоднородности по влажности.

С оснащением строительных организаций специализированными средствами доставки и укладки бетонной смеси - автобетоносмесителями, бетононасосами, бетоноукладчиками вопрос о создании подразделений, выполняющих бетонные работы на основе субподряда, по нашему мнению, встает особо остро. В подавляющем большинстве строительных организаций высокопроизводительная техника эксплуатируется неудовлетворительно: низка выработка, значительны затраты, связанные с периодическим ремонтом. Использование новой техники заметно не сказалось на повышении технико-экономических показателей строительных организаций. Между тем, в связи с высокими лимитными ценами, низким коэффициентом использования машин фондоотдача в строительных организациях снизилась.

Транспортирование бетонной смеси. Основным средством доставки бетонных смесей на строительные площадки, особенно на периферии, являются автосамосвалы. Автобетоносмесители, обеспечивающие высокое качество бетонной смеси, перевозят около 28-30% общего объема. Промышленность серийно выпускает автобетоносмесители и бетоновозы лишь небольшой емкости до 6 м³. Объем и номенклатура выпускаемых средств доставки в настоящее время является явно малыми.

В развитых странах - США, ФРГ, Японии и др. доля перевозимой автобетоносмесителями и автобетоновозами смеси составляет около 80%.

Большая вместимость барабанов, четкая организация работ и эксплуатационные качества современных автобетоносмесителей позволят повысить производительность труда этой группы рабочих в 2,5-3 раза.

Укладка бетонной смеси. Работа на этом технологическом переделе связаны с применением тяжелого ручного труда. Из общего числа бетонщиков ручным трудом заняты 45-48% человек, средняя годовая выработка на укладке составляет 409 м³ в год. Основным способом укладки бетона является технологическая схема с использованием кранов - до 85% общего объема.

С помощью автобетононасосов укладывают до 8%, остальная часть приходится на различные технические средства.

Анализ работы автобетононасосов в различных строительных организациях показал, что их эксплуатационная производительность колеблется от 1,5 до 12 - 15 тыс. м³ в год. Средняя выработка по стране на один бетононасос составляет 3,3 тыс. м³ в год. В ФРГ, Италии, США и др. странах технология укладки бетонной смеси конвейерами-бетоноукладчиками и бетононасосами применяется весьма широко. Удельный вес смеси, уложенной бетононасосами, в США составляет до 20%, бетоноукладчиками - до 20 - 25%. В ФРГ бетононасосами - до 30-25%, бетоноукладчиками - до 10 - 15%. В этих странах выпускают и бетоноукладчики, и бетононасосы широкой

модификации различного назначения и производительности. Средняя выработка достигает 15 - 16 тыс. м³ в год, а отдельных бетононасосов - до 30 - 35 тыс. м³ в год на одну машину.

Для повышения эффективности работы бетононасосов необходимо создать специализированные бетоноукладочные комплексы, включающие бетоносмесительные установки, автобетононасосы и автобетоносмесители с подчинением их единой диспетчерской службе. Бетон целесообразно укладывать по системе "франко-опалубка", что исключает потери при перегрузке, снижает потери рабочего времени при эксплуатации высокопроизводительных машин.

Для расширения применения монолитного бетона и железобетона в промышленном и жилищно-гражданском строительстве, а также повышения технического уровня работ необходимо: расширить практику организации подразделений в составе строительных специализированных по приготовлению, транспортированию и укладке бетона, арматурным и опалубочным работам, оснащенных высокопроизводительной техникой и механизмами, причем создавать такие подразделения во всех районах сосредоточенного строительства; оснастить указанные подразделения средствами механизации приготовления и укладки бетона и создать необходимые условия для их полной загрузки, обеспечив одновременно ремонтными базами и средствами для технического обслуживания машин; принять меры к существенному повышению качества техники для приготовления, транспортирования и укладке бетона.

Применение высокоподвижных и литых бетонных смесей. Это одно из перспективных направлений в области дальнейшего совершенствования технологии бетонных работ. Для бетонирования монолитных конструкций эффективно применение высокоподвижных и литых бетонных смесей, получаемых при введении специальных добавок разжижителей-суперпластификаторов. Применение бетонных смесей с добавками позволяет: сократить на 10-25% энергоемкость приготовления, транспортирования и укладки смеси; снизить на 15-40% трудоемкость укладки и обработки бетона за счет частичного или полного исключения операции по разравниванию и вибрированию смеси, а также по затирке и заглаживанию бетонной поверхности; сократить расход цемента на 10-15% и повысить качество бетонных работ.

На основании технико-экономического анализа, суперпластификаторы целесообразно применять при бетонировании следующих монолитных конструкций: ленточных фундаментов набивных свай, конструкций типа "стена в грунте" и подводных сооружений из бетона марок 200-300; протяженных конструкций из бетона марок 200- 400; стен и перекрытий гражданских и промышленных зданий из бетона марок 200-300; конструкций густоармированных и тонкостенных и из высокопрочного бетона.

Объем применения монолитного бетона с суперпластификаторами в указанных конструкциях в ближайшей перспективе может составить около 30 млн. м³ ежегодно, для чего необходим выпуск 100 тыс. т суперпластификаторов ежегодно. При этом приведенная цифра может быть несколько (20- 30%) увеличена за счет применения комплексных добавок на основе суперпластификаторов. В дальнейшем объем применения этих бетонов в монолитном строительстве может быть увеличен при расширении производства пластифицирующих добавок.

В настоящее время объем выпускаемых отечественной промышленностью суперпластификаторов незначителен и не отвечает потребности отрасли.

Широкое развитие приобрела химизация технологических процессов. В ФРГ и Италии в 80% случаев в бетонах применяются пластифицирующие добавки "Melment-10" (M), "Secotan 72" (Se), "Zentrament- 1". Японская фирма "Банокэами" для внутреннего и внешнего рынка разработала суперпластификатор, позволяющий экономить до 12% цемента. Пластифицирующие добавки для бетонных и растворных смесей "Midhty" (IM) (Швейцария), "Midhty - 150" (Великобритания), "SA Super Beton" (Франция), "Lomar D" и "Mylcoplast CF" (США), "Viskoment" (ФРГ), "Sikament" (Испания) и другие находят широкое применение как в странах-изготовителях, так и в странах-импортерах.

В США и Японии объем цемента с химическими добавками составляет около 70% общего объема его применения.

Суперпластификаторы используют во всех технически развитых странах, особенно в Англии, ФРГ, Японии, США и др.

По данным специалистов США, расход цемента для приготовления бетона с использованием суперпластификаторов может быть уменьшен на 10-20%.

Зимнее бетонирование. Распространенным в России методом выдерживания бетона, уложенного в конструкции при отрицательных температурах, является электротермообработка.

Наиболее часто используется электродный прогрев монолитного бетона (свыше 40% всего объема зимнего бетона) и предварительный разогрев смеси (до 15%). На электроды и неинвентарные разводки к ним ежегодно расходуется свыше 1,8 млрд. кВт. ч электроэнергии, 200 тыс. т стали и 18 тыс. т цветных металлов.

Минэлектротехпром СССР для электротермообработки бетона серийно выпускал компактную трансформаторную подстанцию КТП-63-ОБ-У1 (5 тыс. шт. ежегодно). Подстанция не отвечает современным требованиям строительства, так как в ней отсутствует автоматика температурного регулирования, что приводит к неоправданному перерасходу электроэнергии при термообработке бетона.

Другого специализированного электрооборудования, инвентаря и греющей оснастки для зимнего бетонирования серийно не изготавливается. Применительно к нуждам зимнего бетонирования в России выпускают химдобавки различного ассортимента, однако объемы их явно недостаточны.

В зимних условиях укладывают около 30% общего годового объема монолитного бетона и железобетона. Доля монолитного бетона, укладываемого при отрицательной температуре воздуха, будет возрастать в связи с увеличением объемов монолитного жилищного строительства, а также при перемещении объемов строительства в районы Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока.

К 2010 г. в зимних условиях будет укладываться около 40 - 45% годового объема монолитного бетона.

Наиболее массовыми являются методы электрообработки, обеспечивающие в кратчайшие сроки набор проектной прочности бетона. На долю электродного электроподогрева, получившего широкое распространение в 40-е годы, сегодня приходится более 50% объема монолитного бетона, подвергаемого тепловой обработке в зимних условиях.

По данным ЦНИИОМТП, наиболее индустриальным, экономичным и эффективным методом зимнего бетонирования является электрообогрев. Новая технология позволяет сократить потери стали и цветных металлов в 8-10 раз, расход электроэнергии до 30%, снизить трудозатраты до 2 чел. -ч, а стоимость работ в среднем до 3,2 руб. на 1 м³ бетона.

Применение для возведения и обогрева монолитных конструкций термоактивной опалубки с различными электронагревателями - серийными стандартными закрытого типа: трубчатыми (ТЭНами), кабельными, плоскими модулями на основе углеродной ткани и нестандартными открытого типа проволочными из сплавов с высоким омическим сопротивлением, трубчато- и уголково-стержневыми и т. п. позволяет полностью исключить потери стали и цветных металлов, сократить расход электроэнергии на 20%, уменьшить трудоемкость и стоимость работ соответственно на 37 и 34%.

Для обогрева открытых бетонных поверхностей монолитных перекрытий, подготовок под полы, дорожных оснований и пр. при температуре наружного воздуха до - 50°C разработаны и применяют термоактивные гибкие покрытия (ТАГП) с электронагревателями на основе углеродистых тканей. Они совмещают в себе функции нагревательного и паро-теплоизоляционного покрытия. ТАГП изготовляют путем горячего прессования и вулканизации пакета исходных материалов, в состав которых входит не вулканизованная (сырая) резина, на оборудовании деревообрабатывающих предприятий.

Одним из перспективных методов, способных полностью вытеснить со строек электропрогрев, является обогрев бетона закладываемыми в него нагревательными проводами. Применяют нагревательные провода марок ПОСХВ, ПОСХП, а также трансляционные марок ПВЖ, ППЖ, ПРСП с одинарной стальной токонесущей жилой диаметром 1,1-2 мм, покрытой слоем изоляции из пластика. Они позволяют обогревать бетон при температуре до +80°C при отсутствии разности электрического потенциала в самой массе бетона. Новый способ дает возможность в 7-10 раз сократить расход стали и цветных металлов, а электроэнергии - на 20 кВт. ч, уменьшить трудоемкость до 4,5 чел. -ч на 1 м³ бетона, повысить электробезопасность и качество работ.

Как показывает опыт внедрения, новый способ является не только простым и экономичным, но и универсальным. С его помощью можно заделывать стыки сборных железобетонных конструкций, предохранять грунтовые и искусственные основания от промерзания, возводить различные монолитные конструкции независимо от их толщины и степени армирования, а также выполнять на морозе каменные и облицовочные работы.

Важным направлением следует считать разработку и серийный выпуск силового электрооборудования, специализированных электроустановок и постов, инвентарной оснастки, включающей в себя коммутационные электроразводки, быстроразъемные вилочные соединения, клеммные распределительные коробки, специальные электрошкафы, секции шинопроводов, а также автоматики температурного контроля и регулирования. Это позволит значительно сократить потребление энергоресурсов на термообработку бетона, повысить долговечность и безаварийную работу греющей оснастки, снизить трудозатраты, повысить уровень электробезопасности и качество работ.

Сокращение потерь бетонной смеси (до 3%), снижение расхода энергоресурсов (до 40%), повышение годовой производительности машин и оборудования (в 1,5-2 раза) обеспечивается их нормальной эксплуатацией при отрицательной температуре воздуха. К сожалению, отечественные заводы выпускают технику для производства бетонных работ в основном, летнего исполнения.

Учитывая климатические условия страны, вся строительная техника должна выпускаться заводами в зимнем исполнении в двух вариантах для работы в различных диапазонах отрицательных температур воздуха. Необходимо организовать серийный выпуск тепловых агрегатов для оттаивания и нагрева инертных заполнителей для оснащения ими передвижных бетоносмесительных установок (БСУ), т. к. применяемый в настоящее время на БСУ способ нагрева заполнителей в штабелях пароводяными регистрами малоэффективен и энергоемок. Кузова автосамосвалов и бетоновозов, барабаны автобетоносмесителей и гидравлические приводы бетононасосов необходимо утеплять (например, пеноуретаном), а при эксплуатации при температуре наружного воздуха ниже -15°C предусматривать систему обогрева выхлопными газами от двигателя или электрическими нагревательными элементами.

Б. В. Жадановский, канд. техн. наук (ЗАО ЦНИИОМТП)

"Механизация строительства" № 11/2003