

УДК 69.056.55

А. В. ИХНО, В. И. МОСКАЛЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**НАТУРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧИ ЗАВОДА
ООО «СТРОЙСТЕКЛО-ТРЕЙДИНГ» В Г. КОНСТАНТИНОВКА ПОСЛЕ
4-Х ЛЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Данное обследование проводилось с целью получения данных о наличии повреждений конструкций печи в ходе эксплуатации; изменения конструктивных элементов в ходе эксплуатации при изменении технологического процесса в случае, если таковые имели место; определения постоянных, устоявшихся температур в агрегате печи и на конструкции ее металлической обвязки; изучения динамических нагрузок в агрегате печи.

стекловаренная печь, дно печи, свод печи, каркас, огнеупор**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В ходе данного обследования были зафиксированы изменения температур в сечениях. Измерение температуры на металле колонн каркаса велось при помощи инфракрасного термометра с лазерным указателем Metermen IR608, действующего в диапазоне температур от -18 до 400 °С, погрешность составляет 2 °С. Снятие показаний производилось на расстоянии 20 см от поверхности исследуемой плоскости под прямым углом, что сокращает погрешность при измерениях.

На основании данных из таблицы 1 можно сделать выводы об изменении температур на поверхности колонны обвязки печи, предположив, что:

– уменьшение температуры в сечении «А» связано с дополнительным утеплением свода легковесным кирпичом, применяемым в диапазоне температур от 900 до $1\ 300$ °С, кажущейся плотностью от $0,4$ до $1,4$ г/см³, средней теплопроводностью $0,25$ Вт/м·К с дополнительной линейной усадкой при выдержке 2 часа, не более $1,0$ – $2,0$ %. Температура наружного контура свода печи на данный момент составила 135 °С, что почти в 2 раза меньше температуры в 2009 г. Наличие дополнительной изоляции на своде можно проследить по данным фото в табл. 2. На них наглядно показано превышение кладки над уровнем комбинированной балки;

– повышение температуры в сечении «В» вызвано изменением температурного режима в самом агрегате стекловаренной печи. Если при введении печи в эксплуатацию максимальная температура составляла $+1\ 480$ °С, то на момент данного обследования составляет $+1\ 548,0$ °С. Данные температурного режима в печи считывались с мнемосхем, выведенных на экран монитора при помощи лицензионного программного комплекса Siemens PCS 7, (полное название: SIEMENS SIMATIC Process Control System 7). Представляет собой набор программ для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами, полностью отвечающих требованиям концепции «полностью интегрированная автоматизация». Рассмотрение мнемосхем будет предоставлено и рассмотрено ниже;

– сечение «С» находится под конструкцией, поддерживающей стены газопламенного пространства печи, контролируемая точка Т6, в свою очередь, расположена со стороны стены бассейна, где происходит варка стекла. Понижение температур в сечении «С», в точке Т6 на $57,45$ °С объясняется несколькими факторами. Дело в том, что на момент вывода печи в рабочее состояние были установлены не все элементы системы воздушного охлаждения стены варочного бассейна, это можно увидеть на рис. 1. Помимо отсутствия элементов охлаждения, непосредственно вблизи исследуемой колонны, имело место наличие зазора между лафетом и стеной варочного бассейна практически по всему периметру печи (рис. 2).

© А. В. Ихно, В. И. Москаленко, 2013

Таблица 1 – Изменение температур по сечениям колонны

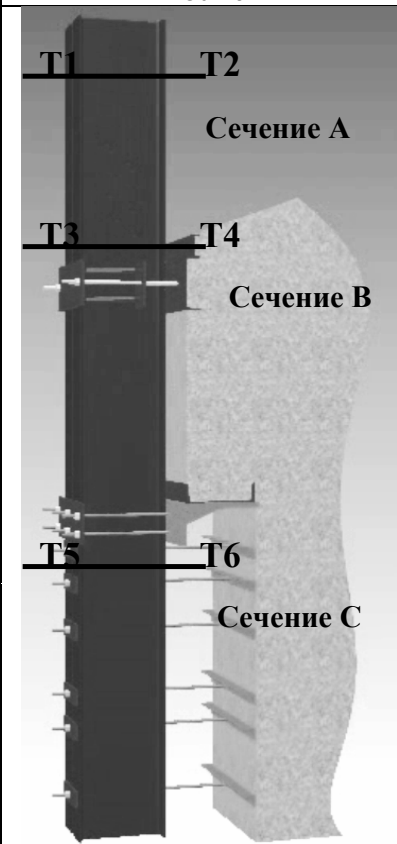
Год	Эскиз	Сечение А	Сечение В	Сечение С
Сентябрь 2009		82,2 °C T2	72,05 °C T4	139,45 °C T6
		T1 66,5 °C	T3 52,15 °C	T5 77,8 °C
Октябрь 2013		77 °C T2	85 °C T4	82 °C T6
		73 °C	80 °C	
Δt		T1 65 °C	T3 69 °C	T5 67 °C
		-5,2 °C T2	12,95 °C T4	-57,45 °C T6
		T1 -1,5 °C	T3 16,85 °C	T5 -10,8 °C

Таблица 2 – Изменение конструкции свода стекловаренной печи

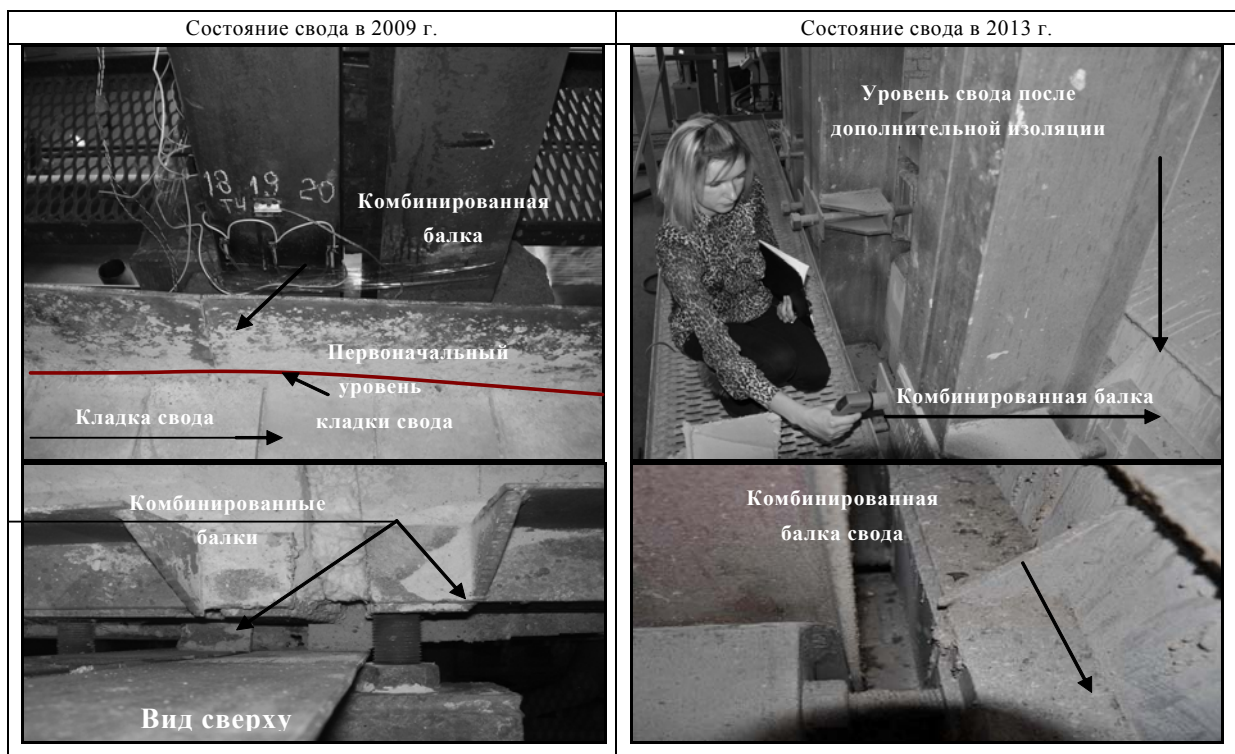




Рисунок 1 – Отсутствие элементов охлаждения.



Рисунок 2 – Наличие зазора в кладке печи.

На данный момент времени стены варочного и газопламенного пространства изолированы дополнительным слоем жесткого огнеупорного высокотемпературного плитного утеплителя толщиной 2,5 см. Его плотность составляет 300 кг/м³, коэффициент теплопроводности варьируется от 0,10 до 0,21 Вт/м·К в зависимости от температуры применения.

Зазоры кладки зачеканены огнеупорным составом. Изменения в футеровке печи можно увидеть на рис. 3 и 4.



Рисунок 3 – Изоляция стен варочного бассейна в 2009 г.



Рисунок 4 – Изоляция стен варочного бассейна в 2013 г.

Проделанные мероприятия значительно повлияли на снижение температуры поверхности колонн каркаса обвязки печи.

Для изучения интересующих вопросов, касающихся происходящих процессов в агрегате печи, которые могли бы даже косвенным образом повлиять на изменение НДС колонны обвязки во времени, были отслежены показания в периоды попеременного режима работы регенераторов.

Наличие двух вариаций позволило сравнить изменения численных параметров технологического процесса. На рис. 5 отображена работа печи в период подачи пламени слева, изменение подачи пламени происходит каждые 20 мин.

На основании данных мнемосхем можно проследить разницу температур газопламенного пространства и температуры в варочном бассейне, отследить разницу температур в зависимости от направления пламени и по длине печи (рис. 6, 7).

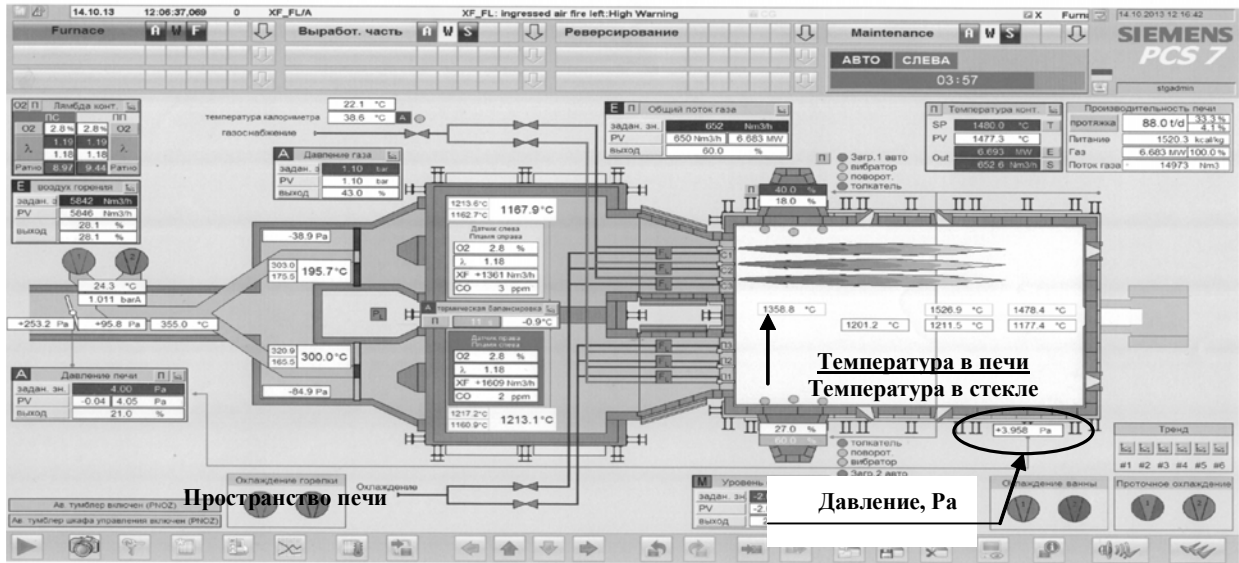


Рисунок 5 – Мнемосхема работы печи в период подачи пламени слева.

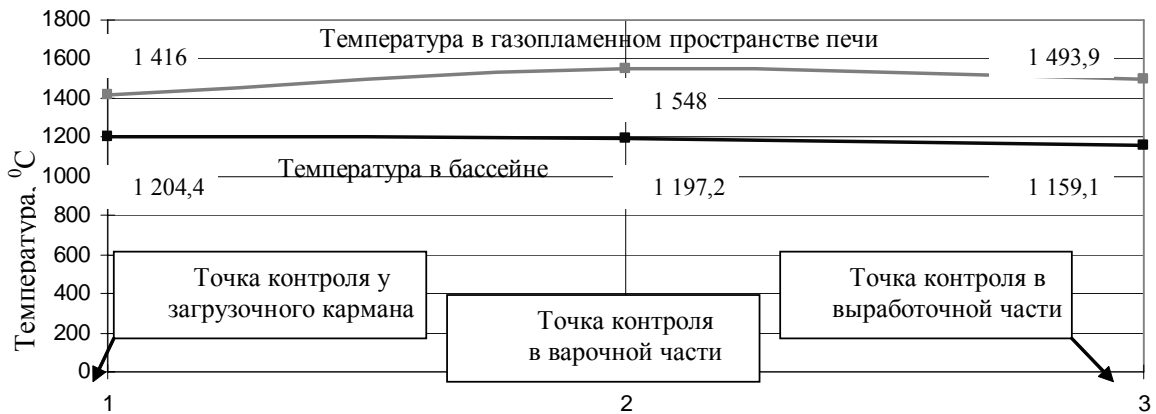


Рисунок 6 – График распространения температур в печи при подаче пламени справа.

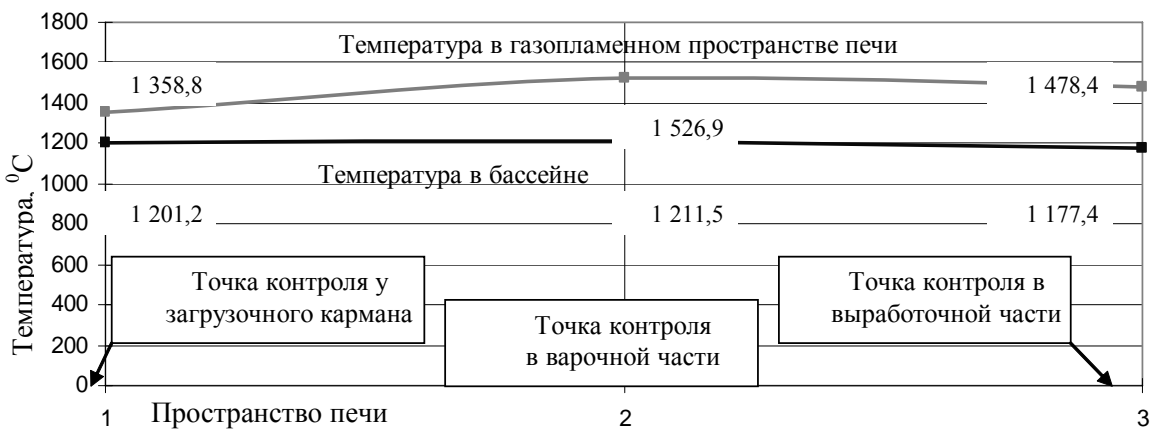


Рисунок 7 – График распространения температур в печи при подаче пламени слева.

Разница температур в газопламенном пространстве и в бассейне печи при различных положениях подачи пламени не значительна и не будет оказывать влияние на колонны каркаса обвязки, его можно пренебречь при дальнейших расчетах. Температура в газопламенном пространстве печи превышает температуру в самом бассейне печи, максимально в варочной части – на 350 °C и в выработочной – на 330 °C, у загрузочного кармана разница составляет около 200 °C (рис. 6, 7). Полученные

данные изменения температур по высоте агрегата стекловаренной печи будут включены в расчеты по определению действительной работы металлического каркаса печи.

Давление газов в рабочей камере печи измеряются в конце варочной части, так как здесь оно меньше колеблется и отсутствует воздействие пламени. Для измерения давления в подвесных стенах с обеих сторон печи расположены газозаборные трубки (рис. 8, 9), которые соединяются общим трубопроводом для получения среднего значения давления.

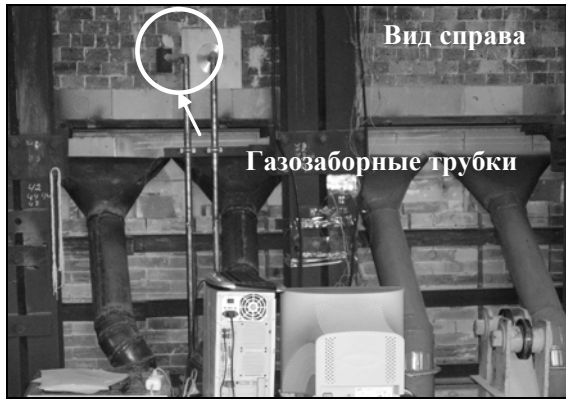


Рисунок 8 – Расположение газозаборных трубок в печи (вид справа).

Рисунок 9 – Расположение газозаборных трубок в печи (вид слева).

Преимуществом управляющего комплекса Siemens PCS 7 является возможность просмотра данных за любой временной интервал. Воспользовавшись этой функцией программы, были отслежены изменения потоков давления газов в пространстве печи и во времени. Архивируемые параметры хранятся с момента запуска и не удаляются из системы, что позволило провести анализ газопечной среды. Для наглядности процесса выведены сведения с 6,15 до 12,00 ч 14.10.13 г. Из диаграммы (рис. 10) видно, что преобладающее давление в печи колеблется приблизительно от +4,00 до -1,00 Pa, разрежение газа создается каждые 20 мин.

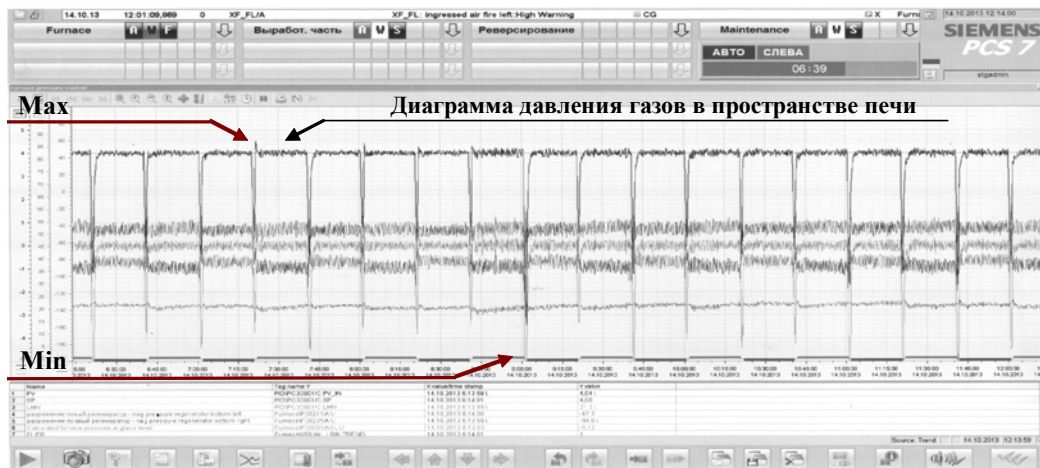


Рисунок 10 – Диаграмма давления газов в агрегате печи.

Для поддержания стабильных условий варки стекла газовая атмосфера в печи должна быть постоянна. Изменение состава или давления печных газов могут оказать существенное влияние на качество стекла.

На момент обследования деформаций металлокаркаса печи не обнаружено.

ВЫВОДЫ

Очень сложно проследить концепцию изменения каких-либо параметров при работе агрегата стекловаренной печи с отрывом от технологического процесса, протекающего в ней, и комплекса мероприятий по ее обслуживанию для создания условий правильного функционирования. Аналитическим путем на основании инструментально-визуального контроля автоматизированной системы управления технологическими процессами и систематизацией данных можно найти рациональное объяснение меняющимся параметрам.

Найдено объяснение изменениям температур колонны по сечениям:

- уменьшение температуры в сечении «А» связано с дополнительным утеплением свода;
- повышение температуры в сечении «В» вызвано изменением температурного режима в самом агрегате стекловаренной печи, по средствам теплопроводности;
- на снижение температуры в сечении «С» повлияла наладка системы воздушного охлаждения стены варочного бассейна, дополнительная изоляция стен и устранение зазоров и уплотнение швов кладки, также повлиял фактор наличия стекломассы в бассейне печи, т. к. в период ранних исследований 2009 года он отсутствовал, в связи с технологией выводки печи «на сухо». Можно предположить, что вся температура в пространстве печи отдавалась стенам и своду из-за отсутствия стекломассы в бассейне. На основании этого можно сделать вывод о распространении температуры по высоте печи, средняя разница температур в газопламенном пространстве и в бассейне печи разнится в среднем на 300 °С.

В дальнейшие расчеты будут внесены коррективы на изменение температур по высоте, по сечениям, и как дополнительная нагрузка, вызванная обслуживанием печи в период ее эксплуатации, для улучшения технологического процесса – изоляция свода.

На основании данных мнемосхем работы печи и архивных данных управляющей программы выявлен незначительный перепад температур в период попеременной подачи факела и незначительное давление, создаваемое печными газами. Эти значения ничтожно малы, и в расчетной схеме ими можно пренебречь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельский, В. И. Промышленные печи и трубы [Текст] / В. И. Бельский, Б. В. Сергеев. – М. : Стройиздат, 1974. – 301 с.
2. Волгина, Ю. М. Теплотехническое оборудование стекольных заводов [Текст] / Ю. М. Волгина. – М. : Стройиздат, 1974. – 307 с.
3. Глинков, М. А. Общая теория печей [Текст] / М. А. Глинков. – М. : Стройиздат, 1978. – 264 с.
4. Исламов, М. Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей [Текст] / М. Ш. Исламов. – М. : Стройиздат, 1986. – 281 с.
5. Тринкс, В. Промышленные печи [Текст] / В. Тринкс. – М. : Стройиздат, 1961. – 392 с.

Получено 18.10.2013

Г. В. ІХНО, В. І. МОСКАЛЕНКО
НАТУРНЕ ОБСТЕЖЕННЯ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ ЗАВОДУ ВАТ «СТРОЙ-
СТЕКЛО-ТРЕЙДІНГ» У М. КОСТЯНТИНІВКА ПІСЛЯ 4-ОХ РОКІВ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Це обстеження проводилося з метою отримання даних про наявність пошкоджень конструкцій печі в ході експлуатації; зміни конструктивних елементів в ході експлуатації при зміні технологічного процесу у разі, якщо такі мали місце; визначення постійних, усталених температур в агрегаті печі та на конструкції її металевої обв'язки; вивчення динамічних навантажень в агрегаті печі.

скловарна піч, днище печі, свод печі, каркас, вогнетрив

ANNA IHNO, VOLODYMYR MOSKALENKO
FULL-SCALE SURVEY OF THE GLASS MELTING FURNACE PLANT LLC
«STROYSTEKLO TRADING» IN KOSTIANTYNIVKA AFTER 4 YEARS OF
OPERATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

This examination was conducted to obtain data of a structural damage during furnace operation, changes of structural elements during operation when changing process, if any occurred, determining constants established temperature furnace unit and its metal binding structure; study of dynamic loads in the furnace unit.

tank furnace, siege, flying arch, skeleton, refractory block

Ихно Ганна Володимирівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд.

Москаленко Володимир Іванович – кандидат технічних наук, доцент, академік Української академії наук, академік Академії будівництва України, Заслужений будівельник України. Наукові інтереси: розробка енергоощадних технологій в будівництві, вдосконалення технології та організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів і конструкцій. Технологічні фактори приготування суміші.

Ихно Анна Владимировна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Москаленко Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент, академик Украинской академии наук, академик Академии строительства Украины, Заслуженный строитель Украины. Научные интересы: разработка энергосберегающих технологий в строительстве, совершенствование технологии и организации строительного производства на основе прогрессивных строительных материалов и конструкций. Технологические факторы приготовления смеси.

Ihno Anna – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, installation, operation, technical diagnostics, an estimation of a technical condition, reconstruction and strengthening of building metal designs, technology and the organization of works at construction and reconstruction of buildings and constructions.

Moskalenko Volodymyr – PhD, Associate Professor, Academician of the Ukrainian Academy of Sciences, Academician of the Academy of Construction of Ukraine, Honored Builder of Ukraine. Scientific interests: development of energy saving technologies in the construction, improvement of technology and organization of production on the basis of the construction of advanced building materials and designs. Technological factors of mixing.