УДК 621

© Д. Д. Тишкин, канд. техн. наук, доцент

© К. И. Барболин, магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: demonth@mail.ru, kbarbolin@gmail.com

DOI 10.23968/1999-5571-2017-14-6-135-139

© D. D. Tishkin, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© K. I. Barbolin, undergraduate

(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: demonth@mail.ru, kbarbolin@gmail.com

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШТУКАТУРНЫХ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

TO THE ISSUE OF IMPROVING THE DURABILITY OF THE PLASTER FACADES OF BUILDINGS

Рассматриваются существующие проблемы штукатурных фасадов зданий, выполненных по технологии монолитной штукатурки, а также особенности предложенных решений по повышению их долговечности и снижению стоимости и сроков производства работ. Предложенные решения предполагают замену стальной арматуры на стеклопластиковую и введение в состав штукатурного раствора полипропиленовой фибры. При проведении натурного эксперимента были выявлены особенности, которые помогут определить четкие пути дальнейших исследований.

Ключевые слова: штукатурка, фасад, арматура, стеклопластиковая арматура, фибра, эксперимент.

The paper examines the current problems associated with plastering of building facades made of monolithic plaster technology, as well as the features of the solutions proposed on improving their durability and reducing the cost and duration of manufacturing operations. The proposed solutions involve the replacement of steel reinforcement for fiberglass reinforcement and the introduction of polypropylene fiber to the composition of the plaster. During the field experiment, there were revealed some features that will help specify the further research direction.

Keywords: plaster, facade, fittings, fiberglass reinforcement, fiber, experiment.

На фасадах зданий, выполненных по технологии монолитной штукатурки, можно обнаружить большое количество трещин различной толщины, глубины и протяженности. Их появление снижает эксплуатационные характеристики не только фасада как защитного покрытия, но и всей стены как ограждающей конструкции. Следствием этого является постепенное ухудшение состояния наружного слоя, разрушение архитектурно-выразительных деталей фасада, изменение облика здания и т. п. В связи с этим периодически возникает необходимость в ремонтно-восстановительных работах с целью предотвращения дальнейшего прогрессирующего разрушения штукатурного слоя или в его полной замене при значительном снижении характеристик. С увеличением срока эксплуатации фасада возрастающая периодичность таких ремонтов значительно увеличивает затраты соб-

ственника здания на его обслуживание и поддержание в исправном состоянии.

В исторических районах Санкт-Петербурга, преимущественно в Центральном, Адмиралтейском, Василеостровском и Петроградском, присутствует большое количество зданий, у которых фасады выполнены при помощи технологии монолитной штукатурки. По нашим наблюдениям интервалы ремонтно-восстановительных работ по приведению фасадов в надлежащее состояние вынужденно сокращены до 3–4 лет ввиду повсеместно некачественного их выполнения с грубыми нарушениями технологии.

Таким образом, задача совершенствования конструктивно-технологических решений с целью повышения надежности и долговечности штукатурных фасадов зданий, выполненных по монолитной технологии, является актуальной и в настоящий период времени.

Хотя монолитная технология устройства таких фасадов применяется довольно давно, все же она имеет ряд недостатков, таких как:

- значительная толщина базового штукатурного слоя;
- необходимость использования стальных арматурных сеток;
- большая общая масса конструкции;
- низкая трещиностойкость;
- высокая влагопроницаемость, следствием чего является коррозия арматурных сеток;
- необходимость постоянного контроля за состоянием штукатурного слоя для недопущения обрушения его частей и элементов;
- резкое падение теплоизоляционных и звукоизоляционных свойств ограждающих конструкций при увлажнении штукатурного слоя [2], что снижает энергоэффективность всего здания и увеличивает расходы на отопление;
- при производстве работ на высоте нет возможности применять средств малой механизации;
- длительный период производства работ по устройству, монтажу и оштукатуриванию фасада.

Несмотря на приведенные недостатки, для многих зданий исторической части Санкт-Петербурга эта технология не имеет альтернативы, так как их статус памятника архитектуры накладывает множество ограничений на изменение облика и технологий при их реконструкции. В связи с этим возникает потребность в совершенствовании конструктивно-технологических решений ремонта и реконструкции штукатурных фасадов исторических зданий с сохранением технологий, используемых при строительстве, при увеличении их надежности и долговечности.

В результате анализа основных недостатков устройства штукатурных фасадов по монолитной технологии были определены два пути ее совершенствования. С целью облегчения общей массы штукатурного слоя, а также сокращения количества применяемых арматурных сеток нами было предложено в качестве равнозначной альтернативы использовать сетки из стеклопластиковой арматуры. Повышения же трещиностойкости слоя штукатурки предполагается достигать за счет введения в ее состав армирующей полипропиленовой фибры.

Применение такого решения позволит уменьшить трудозатраты всего процесса устройства и монтажа штукатурного фасада; сократить сроки производства работ; снизить стоимость работ не только при новом строительстве, но и при реконструкции фасада; снизить металлоемкость строительства.

Если замена стальных сеток стеклопластиковыми не должна кардинально повлиять на трещиностойкость штукатурного слоя, то введение в его состав армирующих волокон в виде полипропиленовой фибры существенным образом улучшит физико-механические свойства штукатурного камня, такие как трещиностойкость, морозостойкость, прочность на растяжение, адгезию слоев штукатурного раствора друг к другу, а также прочность сцепления с основанием, на которое они нанесены [3, 4]. При соблюдении правильной последовательности выполняемых операций по нанесению раствора на основание возможно снижение расхода сухих смесей [1].

История создания и исследования особенностей применения фибры как одного из компонентов бетонов и растворов начинается в 60–70-е годы прошлого столетия, но и по сей день это научное направление активно развивается. Результаты многолетних исследований применения фибры как дисперсного армирования убедительно доказывают, что при рационально подобранных соотношениях исходных компонентов она существенным образом влияет на физико-механические показатели получаемых изделий из фибробетона [6], а также на технологические параметры строительных смесей, из которых они выполнены [5].

Для подтверждения гипотезы о возможности применения стеклопластиковой арматурной сетки вместо традиционной стальной при оштукатуривании фасадов зданий был проведен натурный эксперимент, суть которого заключалась в моделировании процесса нанесения на отделываемую поверхность растворной смеси. Для этого был сконструирован экспериментальный стенд (см. рисунок) с четырьмя ячейками размером 500×500×10 мм. В ходе разработки программы эксперимента были определены наиболее типичные, близкие к реальным условиям параметры проведения эксперимента, а именно: наличие или отсутствие арматуры, материал ар-

Общий вид экспериментального стенда

матурной сетки (сталь, стеклопластик), состав штукатурного раствора (наличие и количество полимерной фибры). Контрольные образцы для проведения эксперимента были запроектированы следующим образом:

- 1) с использованием стеклопластиковой сетки и без добавления фибры;
- 2) с использованием стеклопластиковой сетки и с добавлением фибры массой 0,5 % от массы цемента, содержащегося в готовой сухой штукатурной смеси;
- 3) с использованием стеклопластиковой сетки и с добавлением фибры массой 1,0 % от массы цемента, содержащегося в готовой сухой штукатурной смеси;
- 4) с использованием стеклопластиковой сетки и с добавлением фибры массой 2,0 % от массы цемента, содержащегося в готовой сухой штукатурной смеси.

В качестве исходных материалов для проведения опыта была выбрана сухая штукатурная смесь BERGAUF BAU PUTZ ZEMENT на основе цемента, которая рекомендована в том числе и для оштукатуривания фасадов зданий, полимерная фибра с длиной волокон 12 мм и стеклопластиковая арматура диаметром 2 мм.

В ходе проведения эксперимента проводилась оценка параметров выполнения отдельных операций по сравнению с классической технологией. На данном этапе особое внимание уделялось субъективной оценке удобства работы со штукатурными растворными смесями при наличии в них фибры — трудоемкость дозировки и затворения сухих компонентов водой при приготовлении раствора, трудоемкость нанесения и разравнивания раствора с приданием поверхности слоя определенной фактуры и шероховатости.

Для обеспечения однородности порций наносимого раствора было решено сделать один замес, а затем, разделив смесь на четыре равные части, добавить в каждую фибру в указанных выше количествах, что по массе составило 6, 12 и 24 грамма соответственно. Так как при оштукатуривании, как правило, замешиваются небольшие порции растворной смеси, то точная дозировка количества фибры осложняется необходимостью наличия точного весового оборудования в зоне производства работ.

Перемешивание исходных сухих компонентов осуществлялось при помощи специальной насадки на перфоратор. Причем после приготовления исходного состава и добавления фибры производилось повторное перемешивание для обеспечения равномерного распределения фибры по всему объему смеси.

В процессе перемешивания растворов с фиброй мы наблюдали значительно возрастающие реактивные усилия на рукоятках перфоратора, что свидетельствует об увеличившейся вязкости раствора. Причем качественное перемешивание можно было осуществить только на низких оборотах ввиду активного увлечения лопастями смесителя отдельных порций раствора с отбрасыванием их к стенкам емкости. В связи с этим увеличилось время приготовления растворной смеси по сравнению с классической технологией.

В процессе нанесения растворной смеси с фиброй на подготовленные участки экспериментального стенда были выявлены особенности, которые требуют корректировки традиционных режимов производства работ. Так как фибра увеличивает вязкость и связность растворной смеси, она сильнее налипает на рабочие инструменты, необходимо прикладывать большее усилие при ее наборе в ковш и нанесении на оштукатуриваемую поверхность классическим маховым движением. Однако при разравнивании раствора его удобоукладываемость и пластичность сохраняются, что способствует его свободному прониканию между стеклопластиковой арматурой и основанием и равномерному заполнению требуемого пространства. Причем нанесенный на вертикальную поверхность раствор очень быстро теряет подвижность и не стекает под действием силы тяжести. Такое поведение раствора объясняется наличием у него свойств упруго-

пластичных тел, которые изменяют величину сопротивления сдвигу в зависимости от скорости прикладываемого усилия.

В процессе заглаживания растворов смесей с добавлением фибры наблюдается ее активное налипание на кромку шпателя, что требует большего количества проходов по одному месту для достижения шероховатости, близкой к растворам без фибры. Однако при последующей облицовке таких поверхностей наличие волосков фибры, выступающих за поверхность слоя, будет способствовать лучшей адгезии к основанию.

При постановке и проведении опыта нами отдельно не рассматривался вопрос крепления стеклопластиковой арматуры к отделываемой поверхности: принято, что состав этих процессов одинаков, а следовательно, уменьшение трудоемкости монтажа арматурных сеток из стеклопластика достигается значительно меньшей их массой по сравнению со стальной.

Таким образом, можно выделить основные особенности предложенных в работе решений:

- введение в состав штукатурных смесей полипропиленовой фибры увеличивает трудозатраты и энергозатраты на затворение и перемешивание сухих компонентов с водой, а также в процессе нанесения смеси на отделываемую поверхность;
- сложности с дозированием при небольших объемах приготовления штукатурной смеси обуславливаются необходимостью приготовления небольших порций раствора при производстве работ ручным способом;
- придание лицевой поверхности отделочного слоя заданных параметров по шероховатости требует большего количества проходов по одному месту;
- реология смесей при наличии фибры и без нее значительно отличается, что отражается на приемах выполнения операций по нанесению и разравниванию их на отделываемые поверхности.

По прошествии семи дней, когда прочность цементного вяжущего достигает порядка 70 % от марочной, при детальном изучении на лицевой поверхности контрольных образцов не обнаружено ни одной трещины, тогда как в образце без фибры усадочные волосные трещины присутствуют.

Анализ результатов проведенного эксперимента позволил на предварительном этапе определить особенности предложенных решений по повышению долговечности штукатурных фасадов, выполненных по монолитной технологии, а также наметить пути дальнейших исследований рассмотренной проблемы.

Библиографический список

1. Кожемяка С. В., Хохрякова Д. А. Определение расхода сухих штукатурных смесей // Современное промышленное и гражданское строительство. 2010. Т. 6. № 1. С. 41–49.
2. Ватин Н. И., Горшков А. С., Глумов А. В. Влияние физико-технических и геометрических характеристик штукатурных покрытий на влажностный режим однородных стен из газобетонных блоков // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 1. С. 28–33.
3. Парута В. И., Саевский А. А., Столяр Е. А., Устенко А. В., Брынзин Е. В. Теоретические предпосылки оптимизации рецептурно-технологических параметров штукатурных растворов для стен, выполненных из газобетонных блоков // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8 (34). С. 30–36.
4. Иванникова Н. А., Духанин П. В., Жолобов А. Л. Исследование и совершенствование восстановительных штукатурных работ для поверхностей строительных конструкций // Перспективы развития строительного комплекса. 2012. Т. 2. С. 15–21.
5. Зотов А. Н. Исследование и прогнозирование технологических свойств бетонных смесей с полипропиленовой фиброй // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 1 (42). С. 79–83.
6. Пухаренко Ю. В. Реставрация и строительство: потенциал фиброармированных материалов и изделий // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 157–162.

References

1. Kozhemyaka S. V., Khokhryakova D. A. *Opredelenie rashkoda sukhikh shtukaturnykh smese* [Assessing the consumption of dry plaster mixes]. *Sovremennoe promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo – Modern industrial and civil engineering*, 2010, vol. 6, no. 1, pp. 41–49.
2. Vatin N. I., Gorshkov A. S., Glumov A. V. *Vliyanie fiziko-tekhnicheskikh i geometricheskikh kharakteristik shtukaturnykh pokrytiy na vlazhnostnyy rezhim odnorodnykh sten iz gazobetonnykh blokov* [Influence of physic-engineering and geometrical characteristics of plaster coverings on the moisture conditions of uniform

walls from gas-concrete blocks]. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal – Engineering-Construction Journal*, 2011, no. 1, pp. 28–33.

3. Paruta V. I., et al. *Teoreticheskie predposylki optimizatsii retsepturno-tekhnologicheskikh parametrov shtukaturnykh rastvorov dlya sten, vypolnennykh iz gazobetonnykh blokov* [Theoretical prerequisites of optimization of prescription and technological parameters of plaster solutions for the walls executed from gas-concrete blocks]. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal – Engineering-Construction Journal*, 2012, no. 8 (34), pp. 30–36.

4. Ivannikova N. A., Dukhanin P. V., Zholobov A. L. *Issledovanie i sovershenstvovanie vosstanovitel'nykh shtukaturnykh rabot dlya poverkhnostey stroitel'nykh konstruktsiy* [Research and improvement of reconstruction

plaster work for surfaces of building constructions]. *Perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa – Prospects of construction complex development*, 2012, vol 2, pp. 15–21.

5. Zotov A. N. *Issledovanie i prognozirovanie tekhnologicheskikh svoystv betonnykh smesey s polipropilenovoy fibroy* [Research and forecasting the technological properties of concrete mixtures containing polypropylene fibers]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2014, no. 1 (42), pp. 79–83.

6. Pukharensko Yu. V. *Restavratsiya i stroitel'stvo: potentsial fibroarmirovannykh materialov i izdeliy* [Restoration and construction: potential of fiber reinforced materials and products]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya – Modern problems of science and education*, 2012, no. 4, pp. 157–162.