

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ РУЧНЫМ И МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБАМИ

© С-А. Ю. Муртазаев, А. С. Успанова, М. Р. Хаджиев  
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Экономическая ситуация в стране всегда сказывается на темпах развития строительной отрасли, т. к. строительство – это базовая часть народного хозяйства страны. Из-за негативных последствий мировых экономических кризисов большинство строительных организаций модернизируют запланированные стратегии развития для своевременной сдачи объектов в эксплуатацию и сохранения положительного имиджа компаний. Сохранение положительного имиджа строительной организации невозможно без повышения конкурентоспособности организации, для достижения данной цели снижаются производственные издержки. Производственные издержки в строительстве снижают путем применения ресурсо- и энергосберегающих материалов, энергоэффективных технологий и внедрения современных способов организации СМР, повышением производительности выполняемых работ.

Данная статья посвящена комплексному сравнению технологий производства внутренних работ по оштукатуриванию двумя способами: механизированным и ручным. Рассмотрены способы нанесения сухой и мокрой штукатурки и основные принципы нанесения штукатурных работ механизированным и ручным способами внутри помещений. Проведен анализ отличия ручного и механизированного способа и выявлена экономическая эффективность наиболее рационального способа. Проведен анализ расчета продолжительности оштукатуривания на примере конкретного объекта недвижимости.

**Ключевые слова:** штукатурные работы, механизация оштукатуривания поверхностей, достоинства и недостатки механизации в оштукатуривании, виды штукатурных агрегатов, отделочные штукатурные работы.

Строительные организации стремятся повысить производительность технологических процессов и оптимизировать их с целью снижения капитальных затрат на фонды оплаты труда рабочих, используемые машины и механизмы. С этой целью внедряется применение энергоэффективных технологий и ресурсосберегающих строительных материалов, изделий, что в итоге обеспечивает высокие темпы производительности [1]. Значительный объем в строительно-монтажных работах занимают отделочные работы, в числе которых штукатурные работы достигают 20-35% от всего объема выполняемых строительных работ [2].

Известно, что технология нанесения штукатурного покрытия неизменна на протяжении тысячелетий в разных культурах – это ручное нанесение с последующим разравниваем ручным инструментом. Но сегодня объемы стро-

ительства прогрессируют, и ручной труд постепенно заменяется механизированным, так как конкурентоспособность организации снижается при использовании трудоемких ручных процессов [2]. Строительная отрасль вынуждена учитывать реалии рыночных отношений, в которых постоянная конкуренция, нехватка технического персонала, квалифицированных специалистов в узких отраслях, и современные технологические достижения способствуют внедрению автоматизации и механизации в отрасли. Именно поэтому штукатурные работы начали активно механизировать, это позволило сократить сроки выполнения работ, количество задействованных рабочих, качество оштукатуренных поверхностей и эффективность организации процесса оштукатуривания [3].

В зависимости от назначения здания, качества финишного покрытия, состояния ос-

нования классифицируют три типа штукатурного покрытия: простое, улучшенное и высококачественное. Каждый вид покрытия имеет свои особенности, так, например, простой тип штукатурного покрытия применяют как предварительный этап для дальнейшей облицовки или нанесения декоративных покрытий. В случае с высококачественным оштукатуриванием, оно применяется в случае высоких требований к отделке, и получения поверхностей с минимумом дефектов [4]. Чем больше слоев наносится, тем качественнее получается итоговое штукатурное покрытие.

Сам по себе процесс нанесения штукатурных покрытий является трудозатратным процессом, которому требуется время не только при нанесении, но технологический перерыв для высыхания. Так, для оштукатуривания поверхностей внутри помещений применяют два способа – использование сухих строительных смесей и традиционного раствора, приготовленного на месте или доставленного с РСУ. Если поверхности, отведенные под оштукатуривание, имеют неровное рыхлое основание, на которое не прилипает раствор, или поверхности имеют большой объем впадин, предварительно устанавливают металлический профилированный остоу, и крепят на нем гипсокартонные листы. В этом случае уменьшается расход раствора, а работы имеют следующую последовательность:

- стыки между гипсокартонными листами затираются специальными составами;
- на состав наклеивается монтажная лента для исключения трещин в местах стыков гипсокартонных листов;
- поверху монтажной ленты наносится тонкий слой раствора для ее ретуширования;
- наносится первый слой растворной смеси на поверхность гипсокартонных листов (число слоев зависит от вида последующей отделки). В отдельных источниках гипсокартонные листы называют сухой штукатуркой.

Традиционные мокрые растворные смеси наносят ручным или механизированным способами с применением ручных строительных инструментов: терка, сокол, правило, скребок, кельма. Инструменты предназначены для наброска растворной смеси на поверхность,

ее предварительного разравнивания, нивелирования по уровню, шлифования, нанесения декоративных орнаментов. Они могут быть выполнены из дерева, пластика, металла, композитных материалов и отличаются широким ассортиментом. Механизированное нанесение штукатурного слоя осуществляют с помощью штукатурных станций и агрегатов, которые самостоятельно замешивают, транспортируют и наносят смесь на поверхность, особо навороченные агрегаты могут ее разравнивать горизонтальным шаблоном.

Технологический процесс нанесения штукатурного слоя можно разделить на следующие этапы:

- очистка рабочей поверхности, инструментов, а также их подготовка к процессу оштукатуривания;
- определение точек нивелирования по уровню, установка маяков, направляющих, по которым выравнивается растворная смесь;
- нанесение первого слоя штукатурного покрытия (обрызга), он растворной смесью высокой подвижности для хорошего проникновения и адгезии к основанию;
- нанесение основного слоя штукатурного покрытия (грунта);
- нанесение второго слоя с меньшей крупностью зерен в гранулометрическом составе песка для более качественной заделки дефектов (накрывка);
- финишная обработка подсыхшего слоя для стирания границ между областями нанесения и разравнивания раствора (затирка);
- финишная обработка откосов дверей, окон, различных архитектурных элементов.

Недостатками ручного способа оштукатуривания можно считать высокий процент расхода растворной смеси вследствие ее подвижности и сползания с рабочих инструментов, большое количество задействованных рабочих, видимость границ оштукатуривания при наличии перерывов между рабочими сменами, продолжительность выполнения работ, износ рабочих инструментов.

Механизированный метод отличается от ручного меньшим количеством рабочих, меньшими сроками выполнения штукатурных работ, более стабильным качеством полученных

Таблица 1

## Данные для расчёта продолжительности оштукатуривания

Исходные данные			
Наименование обозначения	Обозначение	Количество	Единица измерения
P	периметр стен 1 этажа 1 подъезда	285	м
h	высота стены	2,8	м
$n_{эт}$	количество этажей	5	шт
$n_{п}$	количество подъездов	3	шт
s	толщина штукатурного слоя	3	см
l	подвижность штукатурного раствора	12	см
r	крупность заполнителя	3,5	мм
$C_{в.кд.}$	срок выполнения работ в календарных днях	31	дни
$L_{зд}$	длина здания	62	м
$t_{см}$	продолжительность рабочей смены	8	ч
$n_{см}$	количество смен работы в сутки	2	Смены
kэ	коэффициент использования машины по времени	0,85-0,9	
$t_{м.э}$	среднее значение времени на монтаж и демонтаж растворорода на h одного этажа здания	0.2-0.3	
пр. д	количество рабочих дней в неделю	6	дни

покрытий, однако требует специалистов с высокой квалификацией для работы с штукатурным агрегатом [5].

При механизированном способе оштукатуривания выполняются следующие работы:

- подготовка штукатурного агрегата к работе, подаче сухой смеси в агрегат и подаче расчётного количества воды согласно рецептуре;

- смешивание всех составляющих растворной смеси до нужной консистенции в штукатурной станции в течение определенного времени;

- подача перемешанной штукатурной смеси раствором рукавом (транспортирующим инструментом) на поверхность;

- разравнивание нанесенного слоя горизонтальным шаблоном, перестановка штукатурного агрегата на следующую стойнку для дальнейшего оштукатуривания.

Недостатком данного способа можно считать необходимость постоянной перестановки штукатурного агрегата на новую стойнку, возможность применения растворных смесей

с четко определенным диапазоном подвижности, невозможность оштукатуривания откосов, карнизов, архитектурных форм, необходимость в обслуживании агрегата квалифицированными рабочими, нецелесообразность оштукатуривания малых площадей из-за трудности перестановки штукатурных агрегатов на малой площади.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки, специфику применения, и выбор того или иного метода зависит от конкретных условий выполнения работ, объемов работ, сроков выполнения работ, требований к качеству получаемых покрытий и т. п.

Для сравнения рассмотрим продолжительность работ ручным и механизированным способом на примере жилого дома со следующими исходными данными (табл. 1).

Общий объем выполненных штукатурных работ на рассматриваемом объекте определяется как:

$$V_{штук. раб.} = P \cdot S / 100 \cdot h \cdot n_{э} \cdot n_{п} = 285 \cdot 0.03 \cdot 2.8 \cdot 5 \cdot 3 = 359.1 \text{ м}^3; \quad (1)$$

Характеристики штукатурных агрегатов различных производителей

Марка и модель	Putzmeister MP25	Knauf PFT G4	Kaleta ATWG-3
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	1,5	0,36-3,3	0,72-2,4
Габариты, мм	1324 x 728 x 1443	1500x720x1580	1200x750x1550
Давление подачи, бар	40	30	30
Дальность подачи раствора, м	до 40	до 50	до 60
Вес, кг	240	264	240
Объем загрузочного бункера, л	115	145	116
Максимальный размер фракции, мм	4	4	4

Рассчитаем техническую производительность стандартной штукатурной станции согласно:

$$\Pi_{шт. стан.} = V_{шт. раб.} / C_{в. кл.} * t_{см} * n_{см} * k_{э} * k_{м} = 31 * 8 * 2 * 0,85 * 0,27 = 113,8 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

Коэффициент  $k_m$ , суммирующий технологические перерывы оборудования, в связи с монтажом-демонтажем раствороводов, определяется по формуле:

$$k_m = (C_{в. кл.} * t_{см} * n_{см}) / (C_{в. кл.} * t_{см} * n_{см} + t_m) = (31 * 8 * 2) / (31 * 8 * 2 * 3,75) = 0,27 \quad (3)$$

где  $t_m$  – общее время монтажа раствороводов, определяемое как:

$$t_m = t_{м.э.} * n_{эт} * n_{п} = 0,25 * 5 * 3 = 3,75 \text{ ч.} \quad (4)$$

Срок выполнения работы в рабочих днях определяется согласно:

$$C_{в. р. д.} = (n_{р. д.} / 7) * C_{в. кл.} = (6/7) * 31 = 26,6 \text{ дн;} \quad (5)$$

На основании вышеприведённых расчетов техническая производительность стандартной штукатурной станции равна:

$$\Pi_{б. ш. с.} = V_{штук. раб.} / (C_{в. р. д.} * t_{см} * n_{см} * k_{э} * k_{м}) = 359,1 / (26,6 * 8 * 2 * 0,85 * 0,27) = 3,7 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (6)$$

На рынке строительных машин и механизмов присутствуют штукатурные агрегаты следующих производителей RoboPlaster 1000x, Kaleta, Knauf, PFT, Putzmeister, (табл. 2). Согласно рассчитанной производительности подбирается штукатурная станция, наиболее полно подходящая по техническим характеристикам [6, 7].

Далее, согласно данным (табл. 2), определим характеристики штукатурных станций,

производительность которых будет выше технической ( $\Pi_{б. ш. с.} = 3,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ ), это Knauf PFT G4; тогда нам потребуются две такие станции с общей производительностью  $6,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Ввиду того, что ведущей машиной в комплекте является штукатурная станция, то реальную продолжительность выполнения работ определяют по формуле:

$$C_{в. р. д.} = V_{штук. раб.} / (\Pi_{э. сум. шт.} * t_{см} * n_{см} * k_{э} *) = 359,1 / (6,6 * 8 * 2 * 0,85 * 0,27) = 14,81 \text{ дн.} \quad (7)$$

Теперь рассмотрим ручной способ нанесения штукатурного покрытия, при котором один рабочий за один рабочий день может нанести до  $20 \text{ м}^2$  штукатурного слоя, при комплексной работе бригады из 3-5 человек возможно оштукатуривание поверхности площадью до  $60 \text{ м}^2$  в одну рабочую смену [10 из 42]. При механизированном способе оштукатуривания бригада из 4 рабочих может нанести штукатурный слой до  $130-150 \text{ м}^2$  (увеличивается на 1/3), т. е. с увеличением количества рабочих увеличивается и площадь, но при условии использования готовой сухой растворной смеси. В этом случае общая производительность бригады из 4 человек определяется как:  $\Pi_{бр} = 4 * 0,3 = 1,2 \text{ м}^2/\text{ч}$ . На основании этих расчетов фактический срок оштукатуривания ручным способом в рабочих днях равен:

$$C_{в. р. д.} = V_{шт. р.} / \Pi_{бр} * t_{см} * n_{см} = 359,1 / (1,2 * 8 * 2) = 18,7 \text{ дн.} \quad (8)$$

На основании данных (табл. 3) следует, что проведение штукатурных работ данного объекта механизированным способом позволит снизить сроки работ на 58,4%.

Таблица 3

Сравнение показателей производства штукатурных работ  
ручным и механизированным способом

Наименование показателя	Механизированный способ	Ручной способ
Общая производительность, м <sup>3</sup> /ч	6,6	1,2
Продолжительность выполнения работ, дн	2 агрегата 14,81*2=29,62	18,7

На основании вышеизложенного выявлено, что чем больше площадь штукатурных работ, тем значительнее становится доля экономии и сокращение продолжительности вы-

полнения работ. Применение ручного способа нанесения штукатурной смеси оправдано лишь в помещениях и поверхностях с малой площадью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Опанасюк И.Л., Опанасюк Л.Г., Реутский И.А. Резервы повышения эффективности производства отделочных работ при возведении жилых и общественных зданий // Вестник Белорусско-Российского университета. 2013. №3 (40). С. 82-91.
2. Техрани Нима. Автоматизация штукатурных работ в строительстве: дис...канд. техн. наук. М., 2006. С. 147.
3. Гумерова Э.И., Гамаюнова О.С. Способы производства штукатурных работ // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №7 (46). С. 7-16.
4. Шепелев А.М. Штукатурные работы. М.: Высшая школа, 1973. С. 138-145.
5. Опанасюк И.Л., Реутский И.А. Технологические и организационные решения способов производства штукатурных работ // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. 2015. С. 254-255.
6. Трухан В.Г. Передвижные штукатурные и малярные станции: дис...канд. техн. наук. М.: Высшая школа, 1985. С. 150.
7. Петрова Е.А. Проблемы устойчивого развития и оценки эффективности территориального управления в зарубежной и отечественной практике // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3. Экономика. Экология. 2014. №2.

ANALYSIS OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING PLASTERING  
WORKS BY MANUAL AND MECHANIZED METHODS

© S-A. Yu. Murtazaev, A. S. Uspanova, M. R. Hadzhiev  
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The economic situation in the country always affects the pace of development of the construction industry, as construction is the basic part of the national economy. Due to the negative consequences of global economic crises, most construction organizations are modernizing their planned development strategies for the timely commissioning of facilities and maintaining a positive image of the companies. Maintaining a positive image of a construction organization is impossible without increasing the competitiveness of the organization, to achieve this goal production costs are reduced. Production costs in construction are reduced through the use of resource- and energy-saving materials, energy-efficient technologies and the introduction of modern methods of organizing construction and installation work, increasing the productivity of work performed.

This article is devoted to a comprehensive comparison of technologies for the production of internal plastering in two ways: mechanized and manual. The methods of applying dry and wet plaster and the basic principles of applying plastering by mechanized and manual methods indoors are considered. An analysis of the differences between the manual and mechanized method is carried out and the economic efficiency of the most rational method is revealed. The analysis of the calculation of the duration of plastering on the example of a particular property.

**Keywords:** plastering works, mechanization of plastering surfaces, advantages and disadvantages of mechanization in plastering, types of plastering units, finishing plastering works.

## REFERENCES

1. Opanasyuk, I. L., Opanasyuk, L. G. and Reutskij, I. A. (2013) 'Rezervy povysheniya effektivnosti proizvodstva otdelochnyh rabot pri vozvedenii zhilyh i obshchestvennyh zdaniy' [Reserves for increasing the efficiency of finishing work in the construction of residential and public buildings]. *Vestnik Belorussko-Rossijskogo universiteta*. №3 (40). Pp. 82-91.
2. Tekhrani, Nima (2006) *Avtomatizaciya shtukaturnyh rabot v stroitel'stve: dis. kand. tekhn. nauk.* [Automation of plastering in construction: PhD thesis.]. Moscow. Pp. 147.
3. Gumerova, E. I. and Gamayunova, O. S. (2016) 'Sposoby proizvodstva shtukaturnyh rabot' [Methods of plastering]. *Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij*. №7 (46). Pp. 7-16.
4. Shepelev, A. M. (1973) *Shtukaturnye raboty* [Plastering work]. Vysshaya shkola, Moscow. 1973. Pp. 138-145.
5. Opanasyuk, I. L. and Reutskij, I. A. (2015) 'Tekhnologicheskie i organizacionnye resheniya sposobov proizvodstva shtukaturnyh rabot' [Technological and organizational solutions for plastering production methods]. *Materialy, oborudovanie i resursosberegayushchie tekhnologii: tez. dokl. mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* Pp. 254-255.
6. Truhan, V. G. (1985) *Peredvizhnye shtukaturnye i malyarnye stancii: dis. kand. tekhn. nauk.* [Mobile plastering and painting stations. PhD thesis.]. Vysshaya shkola, Moscow, Pp. 150.
7. Petrova, E. A. (2014) 'Problemy ustojchivogo razvitiya i ocenki effektivnosti territorial'nogo upravleniya v zarubezhnoj i otechestvennoj praktike' [Problems of sustainable development and assessing the effectiveness of territorial management in foreign and domestic practice]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta*. Seriya 3. Ekonomika. Ekologiya. №2.