

УДК 666.3.047.6

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СУШКИ СПЕЦИАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

<sup>1</sup>Лукьянов Е.С., <sup>1</sup>Лозовая С.Ю., <sup>2</sup>Лазарев Д.В., <sup>1</sup>Никulin А.Ю.

<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
Белгород, e-mail: Jen7649@mail.ru;

<sup>2</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород

Настоящая статья посвящена анализу процесса сушки специальных керамических изделий, выявлению способов интенсификации и повышения качества процесса сушки, а также снижения потерь от брака. Среди всех способов сушки таких изделий целесообразнее применять камерные сушилки периодического действия. Они обладают рядом преимуществ в условиях производства фасонных элементов. На стадии сушки таких элементов образуется большой процент брака, так как изделия коробятся и растрескиваются из-за возникновения неравномерных усадочных деформаций в результате действия капиллярных сил. Улучшить качество сушки и уменьшить процент брака возможно, используя такую новую конструкцию сушилки, в которой была бы правильно спроектирована принудительная циркуляция теплоносителя, позволяющая достичь равномерности сушки изделий по всему объему камеры. Таким образом, необходимо организовать наиболее рациональную схему укладки и циркуляции теплоносителя, учитывая особенности формы и размеров специальных керамических изделий.

**Ключевые слова:** сушка, керамика, камерная сушилка, брак, дефекты, специальные керамические изделия

## IMPROVING THE QUALITY OF DRYING SPECIAL CERAMIC PRODUCTS

<sup>1</sup>Lukyanov E.S., <sup>1</sup>Lozovaya S.Y., <sup>2</sup>Lazarev D.V., <sup>1</sup>Nikulin A.Y.

<sup>1</sup>Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, e-mail: Jen7649@mail.ru;

<sup>2</sup>Belgorod National Research University, Belgorod

This article analyzes the process of drying special ceramic products, identify ways to intensify and improve the quality of the drying process, as well as the reduction of losses from flaw. Among all the methods of drying such products appropriate to apply a batch chamber dryer. They have a number of advantages in terms of production of shaped elements. In the drying step, these elements form a large percentage of flaw, as the product warp and crack due to occurrence of uneven shrinkage deformation as a result of capillary force. To improve the quality and reduce the drying defect rate possible using a new design of the dryer, which was designed to correct the forced circulation of the coolant, which allows to achieve uniformity of drying products throughout the volume of the chamber. Thus, it is necessary to organize the most rational scheme laying and coolant circulation, given the characteristics of the shape and size of special ceramic products.

**Keywords:** drying, ceramic kiln, flaw, defects, special ceramic products

При производстве специальных керамических изделий для получения максимальной экономической эффективности особое внимание уделяют выбору сушильного оборудования, на этом этапе образуется наибольший процент брака. Здесь необходимо грамотно выбрать не только режимы тепловой обработки, но и оборудование, в котором будет проходить процесс сушки. Так же с экономической точки зрения сушка оказывает большое влияние на себестоимость готовой продукции, из-за значительных затрат на расходы топлива или электроэнергии.

После формовки изделие содержит в себе определенное количество влаги, которую необходимо удалить для дальнейшего ведения процесса обжига [1]. Удаление влаги производится как естественными способами, например на открытом воздухе, так и искусственными, в различных сушилах [4]. Для организации эффективной сушки интерес представляют искусственные

методы, которые протекают в специальных устройствах и аппаратах, под воздействием нагретого воздуха, дымовых газов, тепловых лучей, электрического тока, а также токов высокой частоты.

Среди всех возможных способов сушки в производстве керамики наиболее распространены конвективный тип сушильных установок. По сравнению с остальными типами они имеют простую конструкцию. Конвективные сушильные установки являются системой взаимосвязанных технических устройств, каждое из которых имеет свое назначение. Основными элементами таких установок являются: рабочее пространство, куда помещаются высушиваемые заготовки, генератор теплого воздуха или иного теплоносителя и вентиляционное устройство, удаляющее отработавший теплоноситель [6].

По конструктивному признаку сушилки подразделяются на два, принципиально

разных типа – периодического и непрерывного действия. Каждый тип имеет свои достоинства и недостатки, которые проявляются в зависимости от специфики производимых керамических изделий. Например, туннельные сушилки непрерывного действия, имеющие большие габаритные размеры, требуют существенных средств на их сооружение, а также потребляют значительное количество топлива. Все это является недостатком в условиях производства специальных керамических изделий, поскольку они не имеют большого объема производства, и нет необходимости в организации непрерывных способов сушки подобных изделий.

Таким образом, для сушки специальных керамических изделий необходима другая конструкция сушильной установки, например камерная сушилка периодического действия, обладающая рядом преимуществ для предприятий малой производительности. Она имеет возможность проводить сушку в индивидуально поддерживаемом режиме, который может легко меняться при каждом новом цикле работы.

Кроме того, использование камерных сушилок периодического действия несет в себе социальные преимущества. Работая по дискретному режиму, они позволяют организовать работу формовочного отделения в одну или две смены без нарушения теплового режима сушки, тем самым исключая необходимость их работы в круглосуточном режиме. Периодичность действия таких сушилок повышает производительность труда и облегчает решение многих организационно-производственных вопросов.

Конструкции камерных сушилок можно разделить на несколько общих групп: сушилки однократного насыщения, в которых нагретый теплоноситель, поступающий в камеру, совершает прямолинейный путь по направлению к месту его удаления из камеры. Сушилки многократного насыщения отличаются тем, что воздух циркулирует в камере под действием струй свежего теплоносителя и, смешиваясь с ним, многократно омывает изделия. Примером сушилки многократного насыщения может служить сушилка системы В.Е. Грум-Гржимайло (рис. 1) [5].

Для изделий, имеющих плоскую форму, применяют сушилку с поперечно-горизонтальным движением воздуха. К ним относятся сушило Бюррера (рис. 2, а) и сушило Гарта (рис. 2, б) [5]. Нагретый воздух, топочные газы или другой теплоноситель в таких сушилках подается

равномерно по всей высоте камеры в горизонтальном направлении, вдоль рядов с изделиями с помощью установленных стоек внутри продольных стен камеры.

Однако такая подача рабочей среды имеет свои недостатки. В поперечном сечении камеры из-за разности объемного веса горячего и холодного воздуха будет возникать неравномерность сушки, которая определяется отношением продолжительности сушки в зоне, где она протекает медленно, к продолжительности сушки в зоне с наиболее быстрым протеканием процесса.

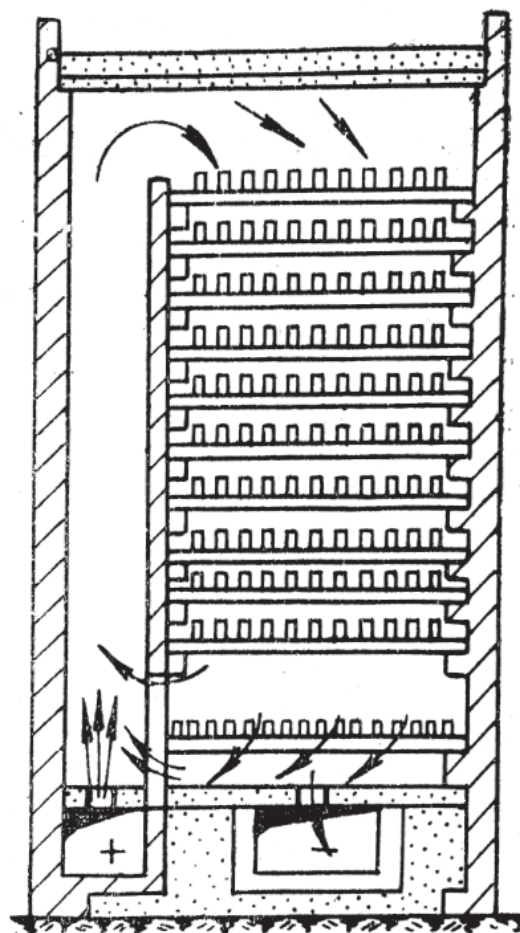


Рис. 1. Сушильная установка системы В.Е. Грум-Гржимайло

Из боковых подводящих каналов горячий воздух будет поступать в камеру и устремляться в верхнюю ее часть, изделия, находящиеся вверху камеры, будут омываться наиболее нагретым воздухом, чем изделия, находящиеся снизу. Таким образом, режимы сушки в разных точках одной камеры будут различны, что неблагоприятно скажется на качестве сушки отдельных заготовок.

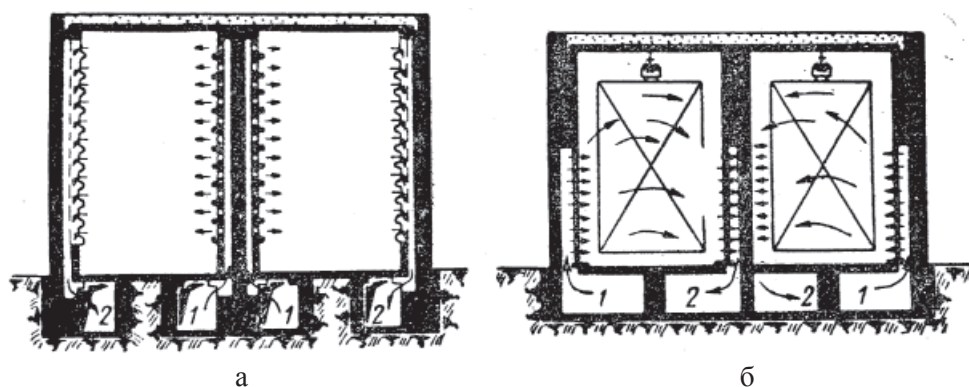


Рис. 2. Сушила с поперечным движением теплоносителя:  
 а – сушило Бюррера; б – сушило Гарта;  
 1 – подводящие каналы; 2 – отводящие каналы

Для достижения большей равномерности в камерных сушилках может быть предусмотрена рециркуляция воздуха. При этом отработанный теплоноситель удаляется из камеры, затем частично смешивается с новым и снова подается в рабочую камеру, либо организуется циркуляция в самой камере, для чего устанавливается вентилятор с большим диаметром лопастей. Все это приводит к тому, что улучшится равномерность температурного поля в различных точках камеры сушилки, а также снизится потребление теплоносителя за счет частичного его смешивания с отработавшим, что в целом приведет к повышению качества сушки.

Исходя из вышеизложенного, качество сушки зависит от расположения высушиваемых изделий в камере и от их конфигурации. В последнее время расширился ассортимент специальных керамических изделий. К ним относятся различные стыковочные детали для облицовки внешних и внутренних углов, плинтусы прямые и Г-образные, поручни, ступени и подступенки, и др. Облицованные поверхности при этом обладают не только декоративными, но и функциональными свойствами [3].

В зависимости от своего назначения керамические элементы также подразделяются на фасонные, которыми могут быть угловые, карнизные и плинтусные детали (рис. 3), а они бывают как прямыми, так и для отделки внешних и внутренних углов [2].

Особое место специальные декоративные изделия играют в облицовке сложных конструкций лестниц. Плитка на ступенях в ходе использования испытывает большие нагрузки, вследствие чего она может трескаться и обламываться. Во избежание этого применяют специальный фигурный карниз, который убирает концентратор напряжений с края ступеньки за счет того, что имеет специально загнутый вниз край. Он может являться как единым целым с самой плиткой, так и быть

отдельным элементом. Большое разнообразие специальных и декоративных изделий используется и при облицовке бассейнов: водосливы, переливные лотки, ступени, бортики и поручни. Их особенность в том, что они являются безопасными при использовании в бассейнах и душевых, поскольку имеют специально закругленные края.

Такое разнообразие форм и видов керамических специальных элементов необходимо учитывать при проектировании рабочей камеры сушилки и способа организации циркуляции теплоносителя. Из-за сложной формы поперечного сечения таких элементов возрастает вероятность образования дефектов формы и поверхности на стадии сушки.

Существенным недостатком камерных сушилок при использовании их в условиях производства специальных керамических изделий является неравномерность сушки в различных сечениях камеры, а сложность формы таких изделий усложняет организацию необходимого режима сушки, а также увеличивает вероятность брака. Все эти факторы обуславливают необходимость разработки новой конструкции сушилки периодического действия, которая бы решила эти недостатки за счет правильно спроектированной принудительной циркуляции теплоносителя.

Все фасонные изделия, как правило, убирают концентратор напряжения у готовой плитки, что предотвращает растрескивание и облом ее при эксплуатации, но при изготовлении, в частности при сушке, именно в этих местах происходят коробление и трещины на заготовке из-за возникновения неравномерных усадочных деформаций в результате действия капиллярных сил. Поэтому при сушке необходимо организовывать наиболее рациональную схему укладки заготовок, подвод теплоносителя к каждому изделию, а также желательно, чтобы сушилка была недорогой в эксплуатации и проста в изготовлении.

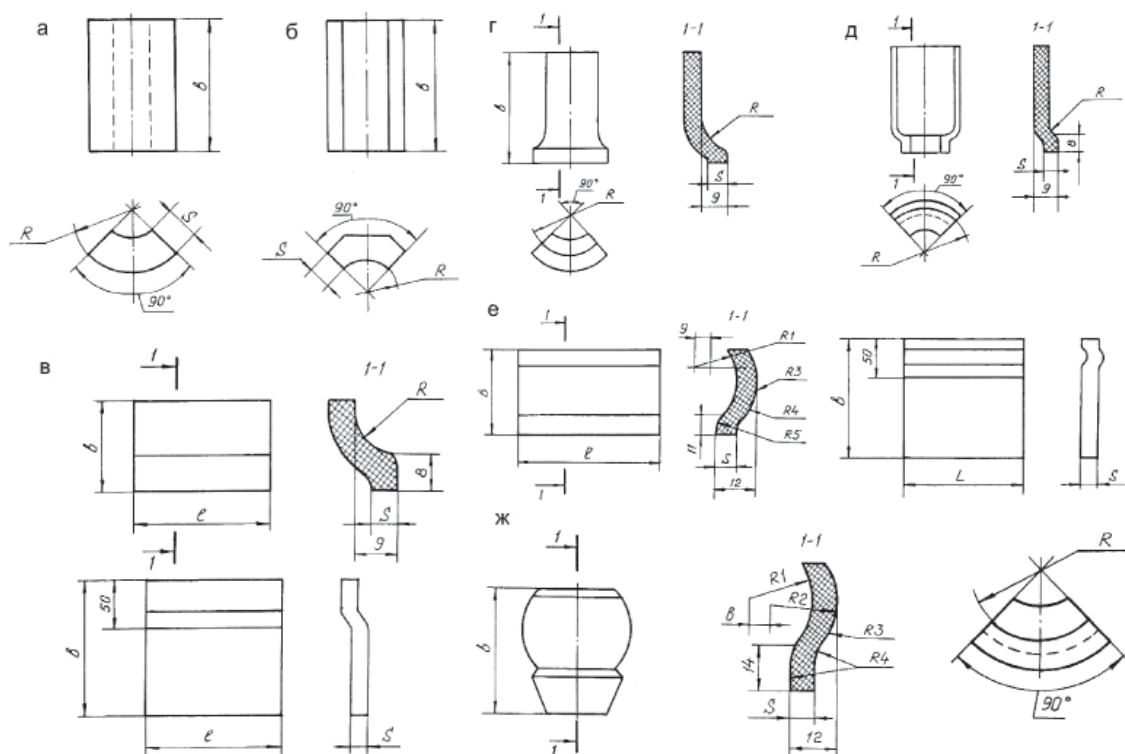


Рис. 3. Керамические фасонные элементы:

а – угловые элементы для отделки внешних углов; б – для отделки внутренних углов;  
в – прямые плитусные детали; г – для отделки внутренних углов;  
д – для отделки внутренних углов; е – прямые карнизные детали; ж – для отделки внешних углов

### Список литературы

1. Бедина В.И., Евтушенко Е.И., Морева И.Ю., Скиба А.А. Особенности технологии малоусадочных керамических композитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 4. – С. 148–151.
2. ГОСТ 6141-91 Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия. – Введ. 1991–07–01. – М.: Изд-во стандартов. – 14 с.
3. Лукьянов Е.С., Лозовая С.Ю. Проблемы процесса сушки декоративных керамических изделий в камерных сушилках периодического действия // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов VIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4 т. Т. 3. / сост. Л.В. Брыкова, В.М. Уваров и др. – Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2015. – С. 48–50. ISBN 978-5-9906827-2-6.
4. Мороз И.И. Технология строительной керамики: учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1980. – 384 с.
5. Нохратян К.А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики / К.А. Нохратян. – М.: Госстройиздат, 1962. – 601 с.
6. Роговой М.И. Теплотехническое оборудование керамических заводов: учебник для техникумов. – М.: Стройиздат, 1983. – 367 с., ил.

### References

1. Bedina V.I., Evtushenko E.I., Moreva I.Ju., Skiba A.A. Osobennosti tehnologii malousadochnyh keramicheskikh kompozitov, Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V. G. Shuhova, 2011, no. 4, pp. 148–151.

2. GOST 6141-91 Plitki keramicheskie glazurovannye dlja vnutrennej oblicovki sten. Tehnicheskie uslovija. Vved. 1991.07.01, Moskva: Izd-vo standartov, 14 p.
3. Lukjanov E.S., Lozovaja S.Ju. Problemy processa sushki dekorativnyh keramicheskikh izdelij v kamernyh sushilках periodicheskogo dejstvija, Molodezh i nauchno-tehnicheskij progress: Sbornik dokladov VIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Vol. 4 t. T. 3. Sost. L.V. Brykova, V.M. Uvarov i dr. Staryj Oskol: ООО «Assistent plus», 2015. pp. 48–50, ISBN 978-5-9906827-2-6.
4. Moroz I.I. Tehnologija stroitelnoj keramiki: Ucheb. posobie dlja vuzov. 3-e izd., pererab. i dop. Kiev: Vishha shkola. Golovnoe izd-vo, 1980, 384 p.
5. Nohratjan K.A. Sushka i obzhig v promyshlennosti stroitelnoj keramiki, K.A. Nohratjan, M.:Gosstrojizdat, 1962. 601 p.
6. Rogovoj M.I. Teplotehnicheskoe oborudovanie keramicheskikh zavodov: uchebnik dlja tehnikumov, M.I. Rogovoj, M.: Strojizdat, 1983, 367 p., il.

### Рецензенты:

Трубаев П.А., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Теплоэнергетика, теплогазоснабжение и вентиляция», Белгородский инженерно-экономический институт, г. Белгород;

Шарапов Р.Р., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Подъемно-транспортные и дорожные машины», Транспортно-технологический институт, г. Белгород.