

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
46	38	39	530	89	69	2836,71	1986,63	89	69	2828,33	1978,25
47	37	41	110	219	503	2989,02	2918,02	219	503	2980,65	2909,65
48	41	42	95	76	47	2918,02	2743,24	89	47	2909,65	2831,83
49	42	43	365	57	23,5	2743,24	1844,73	57	23,5	2831,83	1933,32
50	41	44	170	219	445	2918,02	2829,47	219	445	2909,65	2821,1
51	44	47	200	159	251	2829,47	2644,61	159	244,34	2821,1	2644,74
52	47	48	643	114	102,5	2644,61	1999,56	114	102,5	2644,74	1999,69
53	48	49	143	76	19	1999,56	1945,64	89	19	1999,69	1975,68
54	49	50	145	57	9,5	1945,64	1872,48	57	9,5	1975,68	1902,52
55	47	46	100	57	39	2644,61	2047,27	57	32,34	2644,74	2214,37
56	44	45	180	133	15,5	2829,47	2677,14	159	152,16	2821,1	2751,8
57	45	51	125	89	66,11	2677,14	2491,11	89	74,41	2751,8	2522,99
58	45	46	375	57	18,89	2677,14	2047,27	57	17,25	2751,8	2214,37
59	51	46	575	76	28,61	2491,11	2047,27	89	36,91	2522,99	2214,37
Масса сети, кг				130317				134785			

Если использовать все типоразмеры диаметров труб, то сокращение массы металла в линейной части сети достигает в данном случае 6-7 %, что позволяет соответственно уменьшить импорт готовой продукции труб.

Использование ограниченного сортамента трубопроводов может объясняться, во-первых, несовершенством методик проектирования, при использовании которых наличие дополнительных типоразмеров диаметров не приводит к сокращению затрат на строительство и эксплуатацию газовых сетей. Во-вторых, усложнением процессов поставки, хранения и монтажа, что, однако, никак не отражается в сметных нормах. В-третьих, заказчик не всегда проводит конкурс между про-

ектными организациями, в то время как проектировщики и строители заинтересованы в увеличении стоимости проекта.

Применение только выпускаемых в Республике Беларусь полиэтиленовых труб, сортамент которых весьма ограничен, вследствие их более низкой стоимости по сравнению с импортными экономически целесообразен, хотя приводит к несколько завышенной материалоемкости.

Таким образом, показано, что одним из условий ресурсосбережения при проектировании сетей газоснабжения является использование всего сортамента выпускаемых промышленностью диаметров и указаны возможные причины, по которым это условие не выполняется.

УДК 006.043.2

**Осипов С.Н., Ивановский И.К.**

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Постоянный рост конкуренции на рынке строительных материалов требует снижения издержек производства и повышения качества продукции, что в значительной мере определяется выходом брака.

При массовом производстве изделий строительной керамики пластического формования каждый процент снижения брака играет существенное значение для экономической эффективности производства.

Пластический способ формования керамических изделий при действующей до настоящего времени технологии производства предусматривает две последовательные стадии тепловой обработки: сушку и обжиг. При этом появление бракованных изделий возможно на каждой стадии. Хотя формирование качества изделий осуществляется в течение всего технологического процесса, но скрытые дефекты обработки шихты и формования изделий, а также качества сушки, в значительной степени наглядно проявляются в результате сушки.

Практический интерес представляет возможность формирования качества изделий строительной керамики в результате сушки и уменьшения брака при обжиге. При этом в брак сушки засчитываются крупные и мелкие поверхностные трещины и половняк. Эти условия браковки являются более жесткими по сравнению с требованиями действующего стандарта [1]. Последнее связано с тем, что даже мелкие трещины в процессе обжига могут превратиться в крупные и во всяком случае, по крайней мере визуальнo, резко снижают качество готовых керамических изделий.

Необходимо отметить, что в середине XX века во

ВНИИСтром проводились исследования рассматриваемого вопроса (М.Г. Лундина [2, 3]). Результаты этих исследований, представленные графически на рис. 1 и 2 показывают, что существует реальная стохастическая связь между объемом бракованных изделий после сушки ( $B_c$ , %) и после обжига ( $B_o$ , %).

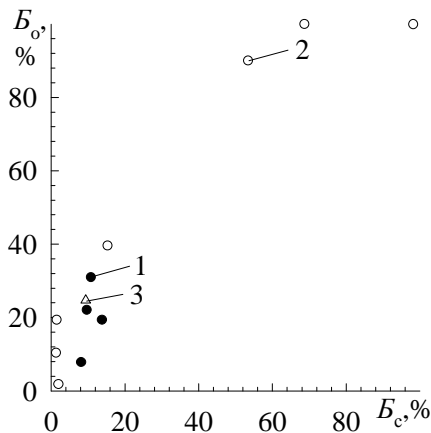


Рис. 1. Влияние уровня брака в результате сушки на брак керамических изделий после обжига в производственных условиях: 1 (●) – кирпич из бескудниковской глины; 2 (○) – кирпич из кучинской глины; 3 (△) – семищелевые блоки.

Интересно, что в реальном производственном интервале брака при сушке (0...10%) эту зависимость можно аппроксимировать линейной зависимостью

$$B_o = a + b \cdot B_c, \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты, при этом  $a$  [%].

Корреляционный анализ показал  $a \approx 8,1\%$  и  $b \approx 1,67$  при коэффициенте корреляции  $r = 0,734$ , что свидетельствует о достаточно тесной связи. При этом среднеквадратическое отклонение экспериментальных результатов от расчетных составляет  $\sigma \approx 11,1\%$  и относительный коэффициент вариации  $K_{в.о} \approx 0,51$ , что является высоким значением. Погрешности аппроксимирующей зависимости носят аддитивный характер [4].

Как видно из рис. 1, с ростом бракованных керамических изделий после сушки при  $B_c > 20\%$  интенсивность увеличения брака после обжига несколько уменьшается, но уже при  $B_c > 60\%$  все оставшиеся изделия после обжига оказываются бракованными.

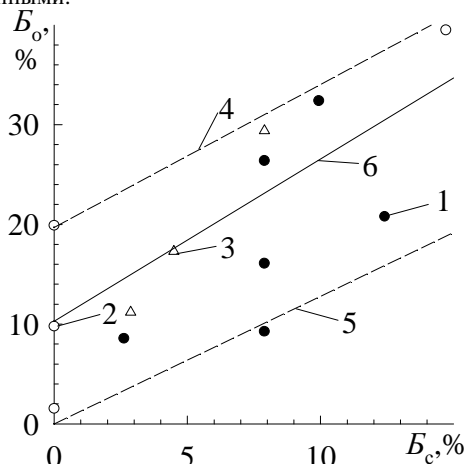


Рис. 2. Зависимость объема готовых бракованных керамических изделий от брака в результате сушки: 1 (•) – кирпич из бескудниковской глины; 2 (○) – кирпич из кучинской глины; 3 (Δ) – семищелевые блоки; 4 – верхняя граница разброса точек; 5 – нижняя граница разброса точек; 6 – аппроксимирующая прямая.

Как видно из рис. 2, даже при  $B_c = 0$  отмечены [2, 3] случаи появления бракованных керамических изделий после обжига в объеме до 20%, что, безусловно, является проявлением либо скрытых при сушке внутренних дефектов структуры, либо неправильным режимом обжига, а возможно как следствие комплексного воздействия неблагоприятных факторов. Даже по нижней границе (рис. 2, линия 5) разброса экспериментальных точек объем брака при обжиге не менее, чем при сушке.

Необходимо отметить, что в использованных результатах исследований (рис. 1 и 2) бракованными считались изделия при наличии даже мелких трещин и половняка, что в соответствии с [1] не считается браком. Поэтому в производственных условиях при оценке объема брака по действующим нормативам в случае  $B_c = 0\%$  вряд ли следует ожидать отсутствия бракованных изделий после обжига, в результате которого мелкие поверхностные трещины могут стать крупными и способствовать образованию половняка.

Судя по величине коэффициента корреляции ( $r = 0,734$ ), доля влияния уровня брака при сушке на объем брака в результате обжига составляет  $r^2 \approx 0,54$ , что весьма существенно (несколько более всех остальных факторов). Поэтому объем брака при сушке является существенным индикатором оценки уровня получения брака и качества продукции. Здесь следует отметить, что наличие на поверхностях готовых керамических изделий даже мелких трещин, не попадающих в разряд браковочных признаков, визуально резко понижает воспри-

нимаемое качество изделия и потребительский спрос. Поэтому в конкурентной борьбе при равенстве цен преимущество всегда имеют керамические изделия с привлекательным внешним видом.

В соответствии с действующим нормативом предельно допустимый суммарный объем брака при сушке и обжиге керамического кирпича пластического формования, установленный Минстройархитектуры Беларуси, составляет 8,2%, что предопределяет возможный объем брака при сушке  $B_c < 4\%$ . В этом отношении показательны результаты работы по динамике выхода брака в результате сушки и обжига кирпичных изделий на основе лукомльской глины на ОАО «Минский завод строительных материалов» в период 1999 ... 2003 гг. и 10 месяцев 2004 г., приведенные на рис. 3.

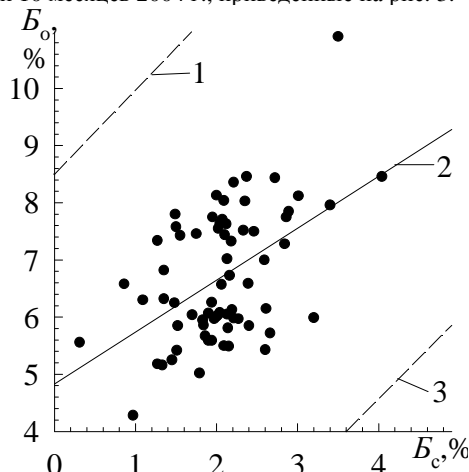


Рис. 3. Зависимость общего объема бракованных изделий от брака при сушке: 1 – зависимость по формуле (1); 2 – зависимость по формуле (2); 3 – нижняя граница разброса экспериментальных точек на рис. 2.

Для этой совокупности точек корреляционная зависимость общего брака  $B_{o6} = f(B_c)$  аналогична (1) и имеет вид

$$B_{o6} = 4,8 + 0,91 B_c, \quad (2)$$

при  $r \approx 0,5$  и  $K_{в.о} \approx 0,15$ . Сравнение величин коэффициентов корреляции и относительных коэффициентов вариации показывает их уменьшение по сравнению с данными М.Г. Лундиной [2, 3]. Для условий ОАО МЗСМ при односторонней 95 % надежности с учетом установленной [4] зависимости  $B_{max}/B_{cp} = 1 + 1,6 K_{в.о}$  возможный уровень брака при обжиге может достигать  $B_{max} = 1,256 B_o$ , что при  $B_c = 0$  достигает примерно  $B_{omax} \approx 6\%$ . Минимальный уровень брака при  $B_c = 0$  составляет около  $B_{omin} \approx 0,744-4,8 \approx 3,6\%$ . Последнее свидетельствует о том, что в данных условиях сушки и обжига снижение суммарного выхода брака возможно только до 3...4%.

В заключение необходимо отметить, что использование стохастических закономерностей образования бракованных керамических изделий пластического формования позволяет применить новые приемы анализа технологического процесса.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТБ 1160-99. Кирпич и камни керамические. Технические условия. – Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1999.
2. Лундина М.Г. Применение дегидратированной глины для сокращения длительности сушки. – М.: профиздат, сб. Сушка керамических изделий, 1958. – С. 50-63.
3. Лундина М.Г. Исследование обработки глинистых масс при производстве кирпича. – М.: Госстройиздат, тр. НИИСтройкерамика, вып. 14, 1959. – С. 3-35.
4. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л-д.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.