

## МОДЕЛЬ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗАВОДА «СТРОЙФАРФОР»

Л. А. Осипов, А. Н. Масленников (Санкт-Петербург)

Из разнообразия санитарно-строительных изделий, выпускаемых заводом «Стройфарфор», рассмотрено основное производство санитарно-керамических изделий, сосредоточенных в гипсолитейном цехе. Номенклатуру гипсолитейного цеха **20** позиций составляют унитазаы, сливные бачки, писсуары, умывальники, пьедесталы, урны, полки.

Способ производства данной номенклатуры основан на литье изделий из шликера (фарфоровая масса) в гипсовые формы. Организовано это литьё на специальных стендах. К стендам по шликеропроводам с помощью мембранных насосов подается фарфоровая масса.

На стендах может быть расположено от нескольких единиц до нескольких десятков форм для литья изделий. Количество стендов и форм на стенде зависит от возможности подводки коммуникаций и геометрии участка, производящего закрепленную номенклатуру изделий. В цехе организовано 5 участков. В таблице 1 приводятся данные по участкам.

Таблица 1

№/№	Название участка	Кол-во стендов	Кол-во форм
1	Левый участок	15	559
2	Козырьковый участок	7	119
3	Правый участок	16	390
4	Экспериментальный участок	22	690
5	Бочковый участок	26	665
<b>Итого:</b>		<b>86</b>	<b>2 423</b>

В гипсолитейном цехе выполняются следующие технологические операции: очистка и сборка форм, заливка шликера в формы, набирание черепка изделий, подваливание изделий в формах, разъем форм, оправка изделий, подвалка изделий без форм, сушка и сухая оправка изделий. Последующие операции производства изделий, это глазуровка, обжиг изделий и сдача готовой продукции на склад выполняются вне гипсолитейного цеха.

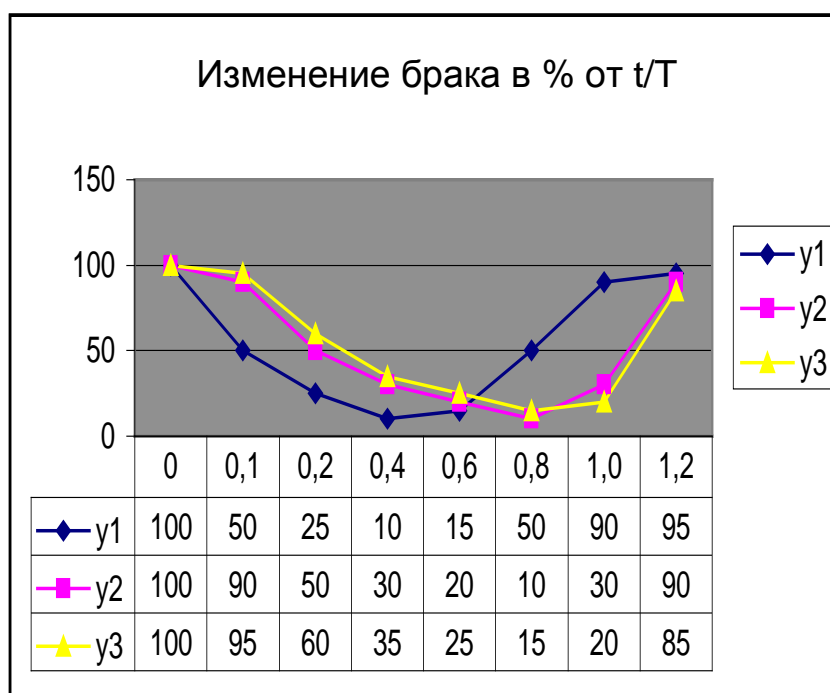
Операции гипсолитейного цеха выполняются в течении рабочего дня, так что на следующий рабочей день все начинается сначала.

Каждый стенд имеет норматив времени  $T_n$  замены форм. Для разных стендов эта статистическая оценка известна и лежит в пределах от 20 до 60 дней. Изменение величины брака за время работы  $t$  для разных стендов подчиняется выявленным кривым брака, отнормированный вид которых по оси  $x = t / T_n$  приведен на рис. 1.

После достижения этой нормативной величины мастер участка с определенной долей вероятности самостоятельно принимает решение о продолжении работ на этом стенде со старым набором форм. Зависит этот выбор от соотношения съёма годных изделий и числа изделий, попадающих в брак с данного стенда.

Оценка вероятности принятия решения о продолжении работы стенда без смены форм считается известной и приведена в таблице 2. На практике же мастер участка ви-

дит число попадающих изделий в брак и на основе оценки создавшегося состояния, а также числа готовых форм на складе, делает вывод о замене форм на стенде. Необходимо отметить, что пополнение готовых форм на складе происходит ежедневно за счет работы 6 рабочих, изготавливающих по 8 форм за рабочий день.



**Рис. 1. Графики изменения величины брака изделий в процентах от исходного числа форм на стенде ( $y_1 < 26$  форм,  $25 < y_2 < 41$ ,  $40 < y_3 < 61$ ) за время работы  $t$  (ось  $x$  размечена в относительных единицах –  $t/T_n$ )**

**Таблица 2**

$K_\phi$ – кол-во форм на стенде (шт)	$T_n$ – норматив замены форм на стенде (дн)	$P$ – вероятность принятия решения о замене форм
5-25	20	0,7
26-40	40	0,6
41-60	60	0,5

За каждой из 20 номенклатурных позиций закреплено некоторое количество станков (от 1 до 20 станков) для ее производства. Вся номенклатура разбита на 4 группы. Данные по каждой группе приведены в таблице 3.

Таблица 3

№ группы и название	п/п	Модель изделия	К-во стендов пр-ва	Стоим. единицы брака (руб)	T <sub>н</sub> времени замен (дн)	P-вероятность замены	Стоим. изделия (руб)
I- унитазы	5.	UNKZK	12	14,90	35	0,6	489,74
	6.	UNIT2	20	16,50	60	0,5	490,92
	7.	UNPRM	3	17,60	25	0,7	362,58
	8.	UNITL	7	18,05	55	0,5	846,86
	9.	UNVAR	1	15,35	30	0,6	236,07
	10.	UNDCH	1	20,35	25	0,7	217,28
	11.	UNDET	1	12,50	35	0,6	202,07
II-умывальник	12.	UMOVL	11	14,15	55	0,5	147,72
	13.	UMARA	4	16,30	50	0,5	178,35
	14.	UMVAR	4	17,40	55	0,5	162,15
	15.	UMTLP	1	16,75	45	0,6	194,69
	16.	UMPRM	1	16,65	35	0,6	214,16
	III-писсуары	17.	PSUAR	1	10,30	35	0,6
18.		PDSN2	3	11,15	25	0,7	156,00
19.		PDVAR	2	11,15	30	0,6	161,71
20.		URNA	1	14,45	25	0,7	224,74
21.		POLCH	1	4,20	55	0,5	047,43
IV-бачки	22.	BCHOV	6	12,55	25	0,7	341,39
	23.	BCHVR	2	12,55	20	0,7	322,72
	24.	BCHSM	18	12,20	60	0,5	254,85

Каждая номенклатурная позиция кроме данных таблицы 3 имеет четкое закрепление номеров стендов, количества форм на этих стендах и номера участка расположения стенда. Так, данные по изделию № 1, унитаз козырьковый UNKZK, приведены в таблице 4.

Таблица 4

n/n	Номер стенда	Кол-во форм	Название участка
1.	08	16	Левый уч-к LVUCH
2.	21	15	Козырьк.уч. KZUCH
3.	22	17	Козырьк.уч. KZUCH
4.	23	15	Козырьк.уч. KZUCH
5.	24	17	Козырьк.уч. KZUCH
6.	25	16	Козырьк.уч. KZUCH
7.	26	17	Козырьк.уч. KZUCH
8.	27	16	Козырьк.уч. KZUCH
9.	35	21	Правый уч. PRUCH
10.	42	10	Правый уч. PRUCH
11.	44	23	Правый уч. PRUCH
12.	46	24	Правый уч. PRUCH

При создании программы имитационного моделирования гипсолитейного цеха была поставлена задача 1) выявить соотношение брака и выхода годных изделий в натуральном и стоимостном выражениях как за один день работы, так и за любой наперед заданный плановый период – неделя, месяц, квартал и т. д., 2) определить интенсивность замены форм на стендах по участкам и по цеху в целом, 3) выявить условия наличия дефицита форм на складе с целью корректировки величины ежедневного пополнения склада формами, 4) построить гистограммы распределения длительности работы станков до смены форм, 5) построить гистограммы распределения брака в стоимостном и натуральном выражениях по станкам и изделиям в разрезе участков и гипсолитейного цеха в целом, 6) вывести графики наблюдаемого процесса производства изделий, как по отдельным участкам, так и по цеху в целом, 7) выявить продолжительность переходного периода и начало стационарного процесса производства.

Программа гипсолитейного цеха на проблемно-ориентированном языке GPSS заняла 19 страниц текста, из которых около 17 страниц составляет описание данных. Операторная часть программы занимает немногим более 2-х страниц текста и содержит 149 операторов. Из этих 149 операторов более половины составляют матричные операции вычисления и сохранения значений характеристик производственного процесса.

## Характеристики работы стенов ГЛЦ за 200 раб. дней

СТЕНДЫ	ЕМК. СТНД	REM.	MIN.	MAX.	Кол. вх	AVL	Ср. к. годн	К <sub>загр</sub>	RETRY	DELAY
STEND01	40	40	0	20	3147	1	15.043	0.376	0	0
STEND02	40	40	0	20	3164	1	15.124	0.378	0	0
STEND03	36	36	0	18	2873	1	13.733	0.381	0	0
STEND04	60	60	0	28	3988	1	19.063	0.318	0	0
STEND05	40	40	0	20	3068	1	14.665	0.367	0	0
STEND06	40	40	0	20	3062	1	14.636	0.366	0	0
STEND07	40	40	0	20	3146	1	15.038	0.376	0	0
STEND08	40	40	0	20	3019	1	14.431	0.361	0	0
STEND09	38	38	0	19	2994	1	14.311	0.377	0	0
STEND10	40	40	0	20	3064	1	14.646	0.366	0	0
STEND11	38	38	0	19	2942	1	14.063	0.370	0	0
STEND12	26	26	0	13	2090	1	9.990	0.384	0	0
STEND13	28	28	0	14	2252	1	10.765	0.384	0	0
STEND14	26	26	0	13	2086	1	9.971	0.384	0	0
STEND15	27	27	0	14	2195	1	10.492	0.389	0	0
LVUCH19	559	559	0	268	43090	1	205.970	0.368	0	0
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
STEND21	15	15	0	8	1037	1	4.957	0.330	0	0
STEND22	17	17	0	9	1200	1	5.736	0.337	0	0
STEND23	15	15	0	8	1007	1	4.813	0.321	0	0
STEND24	17	17	0	9	1207	1	5.769	0.339	0	0
STEND25	22	22	0	11	1542	1	7.371	0.335	0	0
STEND26	17	17	0	9	1179	1	5.636	0.332	0	0
STEND27	16	16	0	8	1068	1	5.105	0.319	0	0
KZUCH29	119	119	0	62	8240	1	39.387	0.331	0	0
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
STEND31	18	18	0	9	1453	1	6.945	0.386	0	0
STEND32	18	18	0	9	1456	1	6.960	0.387	0	0
STEND33	22	22	0	11	1741	1	8.322	0.378	0	0
STEND34	22	22	0	11	1730	1	8.269	0.376	0	0
STEND35	44	44	0	23	3127	1	14.947	0.340	0	0
STEND36	40	40	0	20	3214	1	5.363	0.384	0	0
STEND37	22	22	0	11	1729	1	8.265	0.376	0	0
STEND38	22	22	0	11	1742	1	8.327	0.378	0	0
STEND39	22	22	0	11	1743	1	8.332	0.379	0	0
STEND40	22	22	0	11	1739	1	8.312	0.378	0	0
STEND41	22	22	0	11	1732	1	8.279	0.376	0	0
STEND42	21	21	0	11	1612	1	7.705	0.367	0	0
STEND43	24	24	0	12	1884	1	9.006	0.375	0	0
STEND44	23	23	0	12	1554	1	7.428	0.323	0	0
STEND45	24	24	0	12	1896	1	9.063	0.378	0	0
STEND46	24	24	0	12	1576	1	7.533	0.314	0	0
PRUCH49	390	390	0	194	29928	1	143.056	0.367	0	0
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
STEND51	31	31	0	16	2499	1	11.945	0.385	0	0
STEND52	31	31	0	16	2499	1	11.945	0.385	0	0
STEND53	31	31	0	16	2496	1	11.931	0.385	0	0
STEND54	43	43	0	22	3416	1	16.328	0.380	0	0
STEND55	31	31	0	16	2499	1	11.945	0.385	0	0
STEND56	31	31	0	16	2492	1	11.912	0.384	0	0
STEND57	29	29	0	15	2357	1	11.266	0.388	0	0
STEND58	32	32	0	16	2569	1	12.280	0.384	0	0
STEND59	30	30	0	15	2126	1	10.162	0.339	0	0
STEND60	31	31	0	16	2496	1	11.931	0.385	0	0

STEND61	28	28	0	14	2244	1	10.726	0.383	0	0
STEND62	28	28	0	14	2182	1	10.430	0.372	0	0
STEND63	31	31	0	16	2489	1	11.897	0.384	0	0
STEND64	31	31	0	16	2499	1	11.945	0.385	0	0
STEND65	32	32	0	16	2569	1	12.280	0.384	0	0
STEND66	61	61	0	31	4915	1	23.494	0.385	0	0
STEND67	30	30	0	15	2423	1	11.582	0.386	0	0
STEND68	30	30	0	15	2405	1	11.496	0.383	0	0
STEND69	31	31	0	16	2485	1	11.878	0.383	0	0
STEND70	32	32	0	16	2406	1	11.501	0.359	0	0
STEND71	12	12	0	6	948	1	4.531	0.378	0	0
STEND72	24	24	0	12	1823	1	8.714	0.363	0	0
<b>EXUCH79</b>	<b>690</b>	<b>690</b>	<b>0</b>	<b>346</b>	<b>54837</b>	<b>1</b>	<b>262.121</b>	<b>0.380</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>STORAGE</b>	<b>CAP.</b>	<b>REM.</b>	<b>MIN.</b>	<b>MAX.</b>	<b>ENTRIES</b>	<b>AVL.</b>	<b>AVE.C.</b>	<b>UTIL.</b>	<b>RETRY</b>	<b>DELAY</b>
STEND81	12	12	0	6	947	1	4.527	0.377	0	0
STEND82	12	12	0	6	940	1	4.493	0.374	0	0
STEND83	12	12	0	6	942	1	4.503	0.375	0	0
STEND84	12	12	0	6	940	1	4.493	0.374	0	0
STEND85	12	12	0	6	910	1	4.350	0.362	0	0
STEND86	12	12	0	6	951	1	4.546	0.379	0	0
STEND87	15	15	0	8	1161	1	5.550	0.370	0	0
STEND88	18	18	0	9	1348	1	6.443	0.358	0	0
<b>BAUCH89</b>	<b>105</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>STORAGE</b>	<b>CAP.</b>	<b>REM.</b>	<b>MIN.</b>	<b>MAX.</b>	<b>ENTRIES</b>	<b>AVL.</b>	<b>AVE.C.</b>	<b>UTIL.</b>	<b>RETRY</b>	<b>DELAY</b>
STEND91	27	27	0	14	2156	1	10.306	0.382	0	0
STEND92	27	27	0	14	2160	1	10.325	0.382	0	0
STEND93	30	30	0	15	2357	1	11.266	0.376	0	0
STEND94	30	30	0	15	2355	1	11.257	0.375	0	0
STEND95	24	24	0	12	1895	1	9.058	0.377	0	0
STEND96	24	24	0	12	1900	1	9.082	0.378	0	0
STEND97	24	24	0	12	1900	1	9.082	0.378	0	0
STEND98	23	23	0	12	1847	1	8.829	0.384	0	0
STEND99	23	23	0	12	1848	1	8.833	0.384	0	0
STEND100	20	20	0	10	1583	1	7.567	0.378	0	0
STEND101	21	21	0	11	1699	1	8.121	0.387	0	0
STEND102	21	21	0	11	1697	1	8.112	0.386	0	0
STEND103	20	20	0	10	1583	1	7.567	0.378	0	0
STEND104	53	53	0	27	4124	1	19.713	0.372	0	0
STEND105	28	28	0	14	2206	1	10.545	0.377	0	0
STEND106	28	28	0	14	2215	1	10.588	0.378	0	0
STEND107	50	50	0	25	3838	1	18.346	0.367	0	0
STEND108	87	87	0	44	6710	1	32.074	0.369	0	0
<b>BAUCH109</b>	<b>665</b>	<b>665</b>	<b>0</b>	<b>336</b>	<b>52212</b>	<b>1</b>	<b>249.573</b>	<b>0.375</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>STORAGE</b>	<b>CAP.</b>	<b>REM.</b>	<b>MIN.</b>	<b>MAX.</b>	<b>ENTRIES</b>	<b>AVL.</b>	<b>AVE.C.</b>	<b>UTIL.</b>	<b>RETRY</b>	<b>DELAY</b>
LITCX	2423	2423	0	1177	188307	1	900.107	0.371	0	0