

УДК 655.366.83:655.3.062.63

СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНГРЕВНОГО ТИСНЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДЕКЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

© Л. Ю. Сенаторов, аспирант, В. И. Бобров, д.т.н.,
профессор, МГУП, Москва, Российская Федерация

**У статті приведені результати експериментів із засто-
суванням технології конгревного тиснення за допомогою
еластичних «рухомих» контрштампів.**

**The article shows the experimental results of application
of the technology of raised impression by elastic «mobile»
counterstamps.**

Сегодня в полиграфической отрасли конгревное (рельефное) тиснения на бумажных материалах выполняется по традиционной технологии с использованием 2-ух жестких рабочих инструментов — металлического штампа (матрицы) и контрштампа (патрицы). Патрицами могут являться пертинаксовые пластины с тиснящими элементами из эпоксидной смолы, либо ответные части, подготовленные из так называемых «Prago-материалов». Работа с подобными контрштампами характеризуется следующими недостатками:

- большое время приладки оборудования, существенно зависящее от количества клише и соответствующих им патриц (обязательно точное $\pm 0,05$ мм позиционирование патриц относительно клише, необходимость в приправке практически каждой патрицы);

- разновысокий рельеф элементов по площади листа;

- периодические остановки оборудования для доприправки патриц по площади;

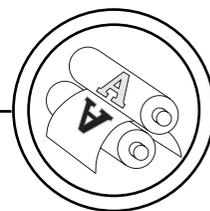
- деформирование элементов клише и патриц в процессе тиснения при случайном смещении патрицы, попадания в рабочую зону двойного листа, случайных скачках давления или ошибочной приправки оператором ведет к дальнейшей непригодности обоих инструментов;

- средняя тиражестойкость жестких перитинакс-эпоксидных патриц 50 тыс. ударов;

- средняя стоимость патриц составляет 30 % от стоимости магниевых клише.

В связи с перечисленными особенностями традиционной технологии предлагается разработать и внедрить в промышленное использование технологию конгревного тиснения с помощью эластичных «подвижных» контрштампов. Пробные испытания данной технологии и полученные выводы были описаны в работе [1]. Достиженные результаты позволили утверждать о перспективности технологии и необходимости дальнейших исследований процесса.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Первоначальной задачей следующего этапа работ было определение и сравнение затратных силовых параметров процессов 2-ух технологий: традиционной и альтернативной.

Для экспериментальных работ была спроектирована и изготовлена необходимая оснастка: магниевые клише с набором тест-объектов, пертинаксовые патрицы, эластомерные пластины различной твердости, но определенной толщины. Работы выполнялись на промышленном тиснильном прессе «BOBST-102», оснащенном тензодатчиком для фиксирования создаваемых усилий.

В качестве бумажных материалов были выбраны 3 вида наиболее используемых российскими типографиями этикеточных бумаг и 2 вида упаковочных картонов.

Первая серия испытаний проводилась по традиционной технологии «металлический штамп—жесткий контрштамп» (рис. 1).

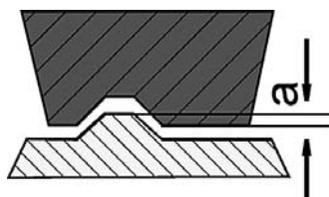


Рис. 1. Схема технологии «штамп—жесткий контрштамп»

Фиксировалось общее давление прессы, остаточная высота рельефа по прошествии 72 часов, четкость штрихов и разрешающая способность по номеру соответствующего поля тест объекта. Результаты экспериментов сведены в табл. 1 и 2.

Анализ полученных конкретных результатов эксперимента, а также построенных графиков позволяет утверждать, что при выполнении конгревного тиснения по традиционной технологии на силовые затраты оказывают влияние два основных фактора: величина сближения рабочих инструментов и вид бумажного материала (при прочих

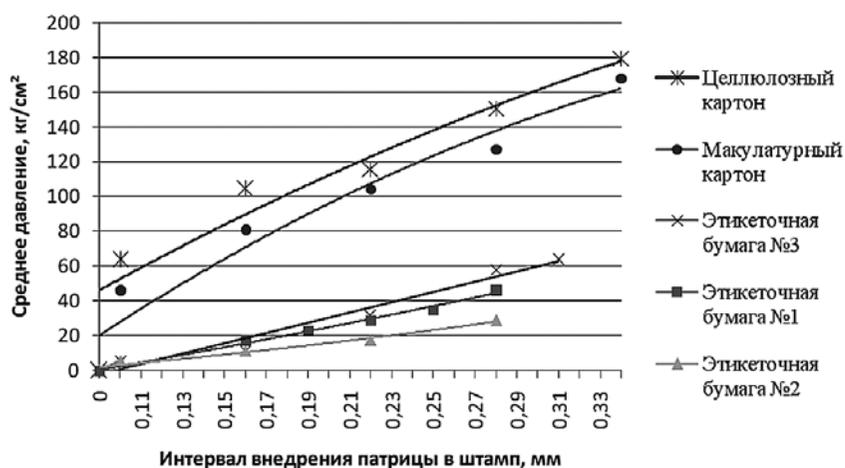
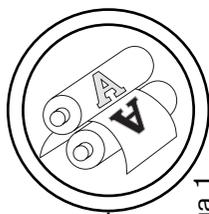


Рис. 2. График зависимости давления от интервала сближения рабочих элементов патрицы и штампа при тиснении картонов и бумаг



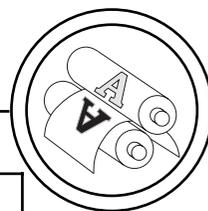
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Таблиця 1

Параметры процесса традиционной технологии тиснения этикеточных бумаг

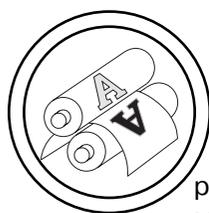
Тип ос-настки	Толщина основы пертинакса, мм	Бумажный материал	Толщина бумаги, мм	Интервал сведения плит (по показаниям с гульты машины), усл. ед.	Интервал внедрения контрштампа в штамп, мм	Давление общее, МН	Среднее давление, кг/см ²	Высота лученного рельефа, мм	Разрешающая способность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Жесткий контр-штамп	0,5	Бумага этикеточная №1, 80 г/м ²	0,08	210	0,16	0,03	17,4	0,08	2	2
				215	0,19	0,04	23,2	0,09	3	3
				220	0,22	0,05	29,0	0,12	3	4
				225	0,25	0,06	34,8	0,14	4	4
				230	0,28	0,08	46,4	0,15	5	4
				200	0,1	0,01	5,8	0,03	2	2
	0,5	Бумага этикеточная №2, 80 г/м ²	0,09	210	0,16	0,02	11,6	0,06	3	3
				220	0,22	0,03	17,4	0,09	4	4
				230	0,28	0,05	29,0	0,1	4	4
				200	0,1	0,01	5,8	0,01	2	2
				210	0,16	0,02	11,6	0,04	2	2
				220	0,22	0,07	32,3	0,1	2	3
0,5	Бумага этикеточная №3, 80 г/м ²	0,09	230	0,28	0,1	58,0	0,12	4	4	
			235	0,31	0,11	63,8	0,13	4	4	

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Таблиця 2
Параметры процесса традиционной технологии тиснения картонов

Тип ос-настки	Толщина основы пертиняка, мм	Бумажный материал	Толщина картона, мм	Интервал сведения плит (по показаниям с пульта машины), усл. ед.	Интервал внедрения контрштампа в штамп, мм	Давление общее, МН	Среднее давление, кг/см ²	Высота лученного рельефа, мм	Разрешающая способность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Жесткий контр-штамп	0,5	Картон целлюлозный, 280 г/м ²	0,23	200	0,1	0,11	63,8	0,2	4	2
				210	0,16	0,18	104,4	0,22	4	3
				220	0,22	0,2	116,0	0,24	4	4
				230	0,28	0,26	150,7	0,3	5	5
				240	0,34	0,31	179,7	0,38	6	5
	0,5	Картон макулатурный, 280 г/м ²	0,28	200	0,1	0,08	46,4	0,2	4	2
				210	0,16	0,14	81,2	0,24	4	3
				220	0,22	0,18	104,4	0,26	4	4
				230	0,28	0,22	127,6	0,28	5	4
				240	0,34	0,29	168,1	0,3	5	5



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

равных условиях: профиль элементов, площадь тиснения, влажность материалов, направление волокна, температура штампа и пр.).

По полученным значениям построены графики зависимости усилия пресса от глубины внедрения элементов матрицы в элементы штампа (рис. 2).

Воспроизведение рельефных элементов есть результат проявления деформационных характеристик бумажных материалов, которые характеризуются устойчивостью к растяжениям, пределом прочности и склонностью к остаточным деформациям. При тиснении с помощью жестких матриц результирующее потребное усилие определяется именно сопротивлением бумажного материала растяжению по площади всех элементов. Таким образом, полученные значения и построенные графики зависимостей среднего давления от величины деформации бумажного материала (сближения матричных и матричных тиснящих элементов оснастки) наглядно это демонстрируют. Наблюдаемые различия в потребном усилии для тиснения этикеточных бумаг одинакового граммажа достаточно существенны. При внедрении

патричных элементов в соответствующие элементы штампа на величину 0,22 мм для образца № 1 и № 3 требуется давление большее в 1,1 и 1,8 раз соответственно, чем для образца бумаги № 2. При этом наблюдается разброс остаточной высоты рельефа одних и тех же элементов у всех 3-х образцов из-за различия релаксационных свойств материалов, т.е. склонности к возвращению в свое первоначальное состояние. При одинаковой абсолютной деформации растяжения у образца № 2 наблюдаются прорывы уже при высоте рельефа 0,09 мм, в то время как для остальных бумаг это не является пределом. Оценивая пригодность бумаг для воспроизведения рельефа с точки зрения силовых затрат процесса, наилучшими показателями характеризуется бумага № 1, требующая среднего давления относительно двух других образцов и склонная к достаточным остаточным деформациям.

Анализируя результаты относительно испытанных картонов, то можно сказать, что для их тиснения требуются усилия в 2-3,5 раза, превышающие усилия для бумаг, что в первую очередь является следствием различия деформационных характеристик этих материалов. Можно наблюдать, что целлюлозный картон более устойчив к прорывам при воспроизведении рельефа оптимальной высоты, чем макулатурный, но при этом он требует большего давления на единицу площади тиснения.

Таким образом для репродуцирования процессом конгревного тиснения изображения на

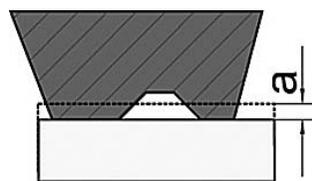


Рис. 3. Схема технологии «штамп—эластичный контрштамп»

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

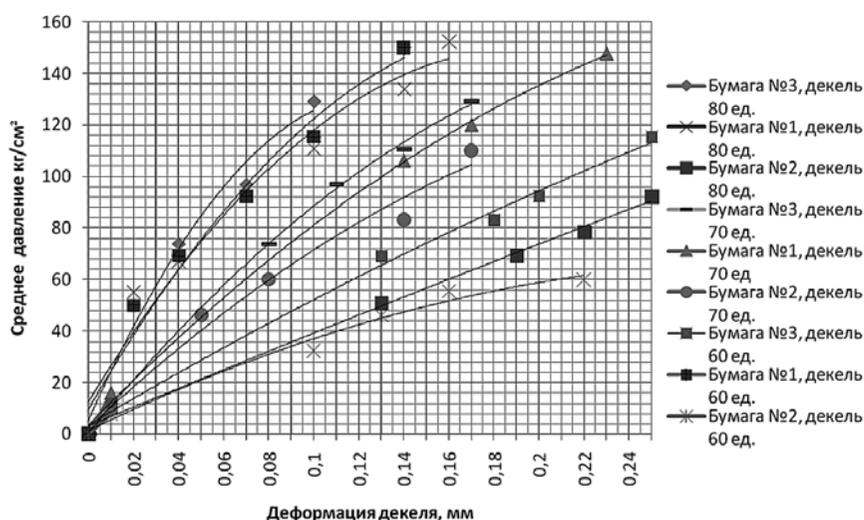
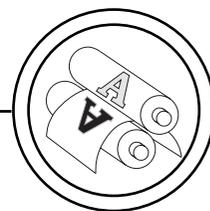


Рис. 4. График зависимости давления от сжатия декеля штампом при тиснении этикеточных бумаг

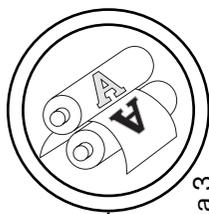
этикеточных бумагах с должным качеством необходимо оборудование, способное создавать давление в пределах от 30 до 80 кг/см². Для целлюлозного и макулатурного картонов от 130 и 100 кг/см² соответственно.

Вторая серия испытаний проводилась по альтернативной технологии «металлический штамп—эластичный контрштамп». Для контрштампов были отлиты полиуретановые сплошные пластины средней толщиной 2,22 мм, твердостью 60, 70 и 80 ед. по Шору А. Все пластины изготовлены при одинаковых технологических режимах и из подобных друг другу составных полимеров и веществ. Интервал сближения плит пресса наращивался до величины, при которой наблюдались первые трещины на поверхности рельефных элементов. Дальнейшее увеличение давления не имело практической ценности и при-

водило к полному прорыву. Полученные значения результатов тиснения сведены в табл. 3-7, построены графики (рис. 4, 5). Темным цветом в таблицах выделены графы, значения которых соответствуют наблюдаемым трещинам поверхности.

Сравнительный анализ зафиксированных усилий тиснения свидетельствует об их существенных различиях как внутри одной технологии, так и между ними (табл. 8).

Прежде всего, необходимо отметить, что для получения рельефа идентичной высоты с использованием эластичных декелей требуется значительно большее давление. Это объясняется особенностью процесса: помимо усилий для деформации бумажных материалов по площади элементов, необходимо приложить усилия для формоизменения самого эластичного контрштампа по всей его площади.



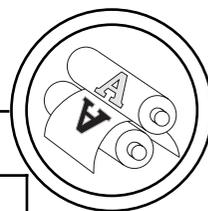
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Таблиця 3

Параметры процесса традиционного конгревного тиснения картона

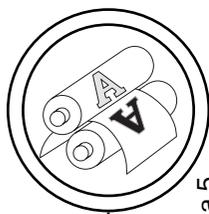
Тип ос- настки	Средняя толщина контршта мпа, мм	Вид бумажного материала	Твердость контршта па, ед. по Шюру А	Интервал све- дения плит (по показаниям с пульта машины), усл. ед.	Интервал сжатия глас- тины шта- пом, мм	Общее дав- ление, МН	Среднее давление, кг/см ²	Результы- рующая вы- сота релье- фа, мм	Разрешаю- щая спо- собность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Эласто- мерная пласти- на	2,22	Бумага эти- кеточная №1, 80 г/м ²	60	169	-0,13	0,11	50,8	0,08	3	2
				178	-0,19	0,15	69,3	0,1	4	3
				183	-0,22	0,17	78,5	0,12	5	3
				188	-0,25	0,2	92,3	0,15	6	4
				170	-0,14	0,23	106,2	0,05	2	2
				175	-0,17	0,26	120,0	0,09	3	2
	80	80	185	-0,23	0,32	147,8	0,12	6	3	
			190	-0,26	0,37	170,8	0,14	8	3	
			154	-0,04	0,19	67,0	0,05	6	3	
			164	-0,10	0,24	110,8	0,1	7	3	
			170	-0,14	0,29	133,9	0,14	9	4	
			174	-0,16	0,33	152,4	0,15	9	4	

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Таблиця 4
Параметри процесу традиційного конгрєвного тиснення картону

Тип ос- настки	Средняя толщина контршт ампа, мм	Вид бумаж- ного мате- риала	Твердость контрштам- па, ед. по Шюру А	Интервал све- дения плит (по показаниям с пульта маши- ны), усл. ед.	Интервал сжатия пла- стины штампом, мм	Общее давление, МН	Среднее давление, кг/см ²	Результы- рующая высота рельефа, мм	Разреша- ющая способ- ность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Эласто- мерная пласти- на	2,22	Бумага эти- кеточная №1, 80 г/м ²	60	169	-0,13	0,11	50,8	0,08	3	2
				178	-0,19	0,15	69,3	0,1	4	3
				183	-0,22	0,17	78,5	0,12	5	3
				188	-0,25	0,2	92,3	0,15	6	4
				170	-0,14	0,23	106,2	0,05	2	2
				175	-0,17	0,26	120,0	0,09	3	2
	80	185	-0,23	0,32	147,8	0,12	6	3		
		190	-0,26	0,37	170,8	0,14	8	3		
		154	-0,04	0,19	67,0	0,05	6	3		
		164	-0,10	0,24	110,8	0,1	7	3		
		170	-0,14	0,29	133,9	0,14	9	4		
		174	-0,16	0,33	152,4	0,15	9	4		



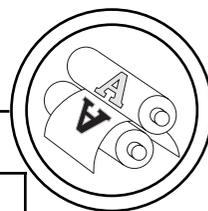
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Таблиця 5

Параметры процесса традиционного конгревного тиснения картона

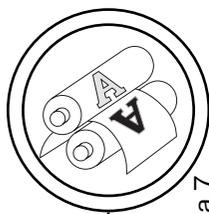
Тип ос- настки	Средняя толщина контршта мпа, мм	Вид бумажного материала	Твердость контршта па, ед. по Шору А	Интервал све- дения плит (по показаниям с пульта машины), усл. ед.	Интервал сжатия плас- тины штамп- пом, мм	Общее дав- ление, МН	Среднее давление, кг/см ²	Результы- рующая вы- сота релье- фа, мм	Разрешаю- щая спо- собность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Эласто- мерная пласти- на	2,22	Бумага эти- кеточная №3, 80 г/м ²	60	169	-0,13	0,15	69,3	0,11	5	2
				174	-0,16	0,18	83,1	0,12	5	3
				179	-0,19	0,2	92,3	0,13	6	4
			184	-0,22	0,25	115,4	0,14	9	4	
			160	-0,08	0,16	73,9	0,1	5	2	
			165	-0,11	0,21	97,0	0,11	6	3	
			170	-0,14	0,24	110,8	0,13	7	4	
			175	-0,17	0,28	129,3	0,14	9	4	
			149	-0,01	0,16	73,9	0,06	7	3	
			154	-0,04	0,17	78,5	0,09	8	3	
			159	-0,07	0,21	97,0	0,11	8	4	
			164	-0,10	0,26	120,0	0,14	9	4	

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Таблиця 6
 Параметри альтернативного процесу конгревного тиснення картону

Тип ос-настки	Средняя толщина контрашта мпа, мм	Вид бумажно-го материала	Твердость контрашта, ед. по Шору А	Интервал сведения плит (по показаниям с пульта машины), усл. ед.	Интервал сжатия пластины штампом, мм	Общее давление, МН	Среднее давление, кг/см ²	Результующая высота рельефа, мм	Разрешающая способность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Эластомерная пластина	2,22	Картон целлюлозный, 280 г/м ²	60	140	-0,22	0,22	101,6	0,05	3	2
				157	-0,32	0,28	129,3	0,1	4	3
				167	-0,38	0,33	152,4	0,15	5	3
				177	-0,44	0,39	180,1	0,22	6	4
				182	-0,47	0,41	189,3	0,3	7	4
				160	-0,34	0,42	193,9	0,17	2	2
			70	165	-0,37	0,44	203,2	0,23	3	2
				170	-0,40	0,47	217,0	0,25	6	3
				175	-0,43	0,5	230,9	0,29	8	3
				180	-0,46	0,52	240,1	0,31	8	4
				133	-0,18	0,32	147,8	0,13	6	3
				144	-0,24	0,38	175,5	0,15	7	3
80	154	-0,30	0,44	203,2	0,2	9	4			
	164	-0,36	0,49	226,2	0,25	9	4			
			172	-0,41	0,54	249,3	0,31	10		



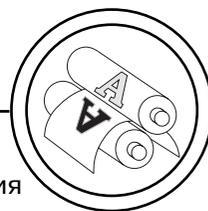
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Таблиця 7

Параметры альтернативного процесса конгревного тиснения картона

Тип ос- настки	Средняя толщина контршта мпа, мм	Вид бумажно- го материала	Твердость контрштам- па, ед. по Шору А	Интервал све- дения плит (по показаниям с пульта машины), усл. ед.	Интервал сжатия плас- тины штам- пом, мм	Общее дав- ление, МН	Среднее давление, кг/см ²	Результы- рующая вы- сота релье- фа, мм	Разрешаю- щая спо- собность, № поля	Четкость штрихов, баллов
Эласто- мерная пласти- на	60	Картон цел- люлозный, 280 г/м ²		145	-0,25	0,2	92,3	0,1	1	2
				151	-0,29	0,23	106,2	0,14	1	2
				156	-0,32	0,25	115,4	0,2	2	3
				161	-0,35	0,27	124,7	0,25	4	3
				180	-0,46	0,29	133,9	0,27	6	4
				130	-0,16	0,24	110,8	0,12	0	0
	70			140	-0,22	0,28	129,3	0,2	3	2
				154	-0,30	0,33	152,4	0,23	4	3
				160	-0,34	0,37	170,8	0,25	5	3
				165	-0,37	0,39	180,1	0,27	6	4
				125	-0,13	0,26	120,0	0,13	4	2
				135	-0,19	0,29	133,9	0,2	4	2
80		141	-0,23	0,32	147,8	0,22	5	3		
		145	-0,25	0,34	157,0	0,25	6	3		
		152	-0,29	0,38	175,5	0,28	7	4		

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Необходимая величина давления должна складываться из величины давления для деформации бумажного материала q_m и давления для сжатия эластичной среды $q_{эл}$: $q_{общ.} = q_m + q_{эл}$. Помимо этого на потребное усилие с увеличением сжатия оказывает влияние возрастающая сила трения между бумажным материалом и полиуретаном. Так же при альтернативной технологии наблюдается характерная особенность: для получения равнозначного рельефа с увеличением твердости контрштампа требуются меньшие деформации его сжатия. Это можно объяснить особенностью механического воздействия на структуру бумажных материалов. При вдавливании бумаги в матричные элементы штампа жесткий эластомер способствует большему частичному разрушению связей волокон на локальных участках уже при небольших деформациях декеля, в

результате чего после снятия напряжения бумага не может вернуться к своему первоначальному состоянию.

Средние деформации опробованных эластомерных пластин для воспроизведения адекватного рельефа не превышают 10 % для бумаг и 20 % для картонов. Их механические свойства играют первостепенную роль в затрачиваемой оборудованной работе. Причем зависимость «давление-деформация» в пределах рабочих интервалов сжатия имеет прямолинейный характер, что упрощает прогнозирование при возможном изменении начальных условий, и вполне согласуется с традиционными кривыми сжатия эластомеров в пределах указанных величин. Также можно отметить, что различия в силовых затратах уменьшаются для разных бумажных материалов с увеличением твердости декеля. Деформационные характеристики бу-

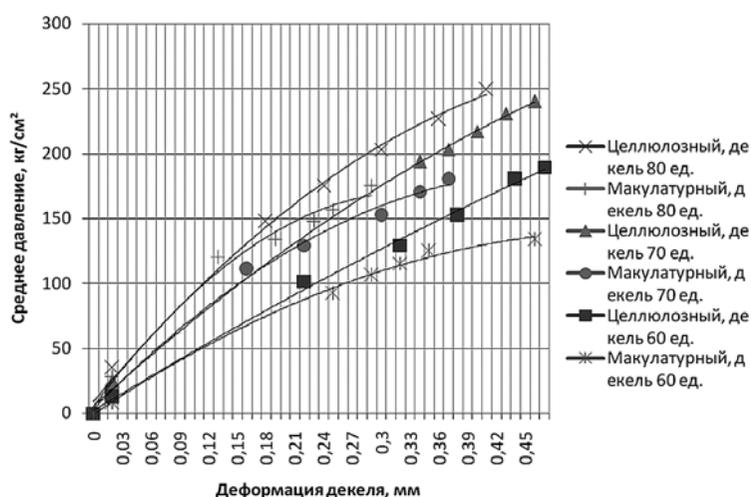
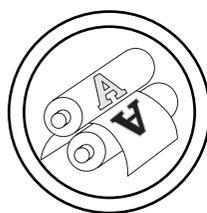


Рис. 5. График зависимости давления от сжатия декеля штампом при тиснении картонов



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

Таблиця 8

Величини давлених при тисненні по різних технологіям

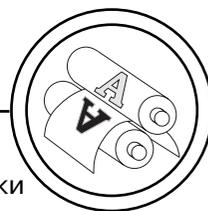
Технологія	Тип декеля	Вид бумажного матеріала	Середнє тиснення, кг/см ²
Штамп—жесткий контрштамп	Пертинакс—эпоксидная матрица	Этикеточная № 1	35
		Этикеточная № 2	16
		Этикеточная № 3	90
		Картон целлюлозный	130
		Картон макулатурный	100
Штамп—эластичный контрштамп	Полиуретан 60 ед. по Шору А	Этикеточная № 1	80
		Этикеточная № 2	40
		Этикеточная № 3	100
		Картон целлюлозный	180
		Картон макулатурный	130
	Полиуретан 70 ед. по Шору А	Этикеточная № 1	140
		Этикеточная № 2	50
		Этикеточная № 3	90
		Картон целлюлозный	230
		Картон макулатурный	170
	Полиуретан 80 ед. по Шору А	Этикеточная № 1	150
		Этикеточная № 2	90
		Этикеточная № 3	110
		Картон целлюлозный	240
		Картон макулатурный	175

маг починають оказувати менший вклад в итоговое усилие, в основном затрачиваемое именно на формоизменение жесткого декеля.

Проводя сравнительную характеристику силовых затрат по 2-ум технологиям, можно утверждать, что технология № 2 при описанных условиях является более энергозатратной, поскольку основная доля работы расходуется на формоизменение эластичных декелей. По-

требное давление превышает в 2-3 раза аналогичное при традиционной технологии. По качеству воспроизведения рельефа по таким параметрам как высота, четкость элемента, воспроизведение мелких деталей метод эластичных контрштампов является более результативным и нуждается в дальнейшем исследовании на предмет создания декеля с более технологичными свойствами.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Возможными путями решения могут являться следующие:

1. Увеличение толщины эластомерной пластины. При этом требуемая деформация сжатия должна достигаться меньшими усилиями;

2. Снижение силы трения между эластомером и бумагой

путем тщательной шлифовки полиуретановых пластин;

3. Разработка составного декеля, в основе которого пористый эластомерный компонент, склонный к полезным деформациям сжатия без побочного растяжения.

Надійшла до редакції 29.06.10