

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИКИ ПЕЧАТНОГО КОНТАКТА ПРИ НАЛИЧИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАТЯГА В СИСТЕМЕ ЗВЕНЬЕВ ПЕЧАТНОГО АППАРАТА *

Необходимость сокращения объема приправки, производимой в плоскочечатных машинах с целью соответственного регулирования удельного давления при высокой печати, обеспечивающего получение однородных качественных оттисков, заставляет углублять изучение истинной картины реального печатного контакта.

Ниже освещены некоторые предварительные результаты экспериментального исследования влияния различной степени заполнения печатной формы и различной величины предварительного натяга между ограничительными кольцами печатного цилиндра и ростовыми планками талера на величину удельного давления при печати, при прочих равных условиях.

Экспериментальные исследования механики печатного контакта были проведены на двухоборотной плоскочечатной машине ДПП, установленной в лаборатории высокой печати Украинского полиграфического института им. Ив. Федорова.

Каждая серия экспериментов проводилась при определенном, варьируемом на протяжении опытов предварительном натяге между опорными кольцами печатного цилиндра и ростовыми планками талера.

В процессе экспериментальных исследований регистрировались следующие данные:

величина удельного давления на отдельные элементы печатной формы (датчики);

суммарная нагрузка на печатный цилиндр и печатную форму;

изменения расстояний между поверхностью тела печатного цилиндра и плоскостью талера, вызванные упругими деформациями системы под влиянием суммарной нагрузки.

Удельные давления на печатающие элементы в ряде точек вдоль линии полосы печатного контакта регистрировались во время работы машины с использованием специальных проволочных тензодатчиков, электронного шестиканального усилителя с блоком питания и магнитно-электрического осциллографа МПО-2.

Параллельно с осциллографической записью удельных давлений производилась запись отметок времени с частотой $f = 500$ гц.

Все остальные параметры тарировались и измерялись в статических условиях для каждой очередной серии экспериментов.

* Публикуемая работа выполнена под научным руководством доцентов Б. В. Коваленко и К. В. Тира в УПИ и отражает часть исследований, проводимых в рамках комплексной темы «Нормализация процесса высокой печати».

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Датчик удельных давлений представляет собой прямоугольный корпус (рис. 1а), в котором размещен измерительный орган — цилиндрический штифт 1 с печатной площадкой, равной 1 мм^2 , опирающийся на податливую балочку 2 с наклеенными на нее сверху и снизу проволочными сопротивлениями 3, изменяющимися при деформации балочки. При помощи винта 4 плоскость рабочей поверхности

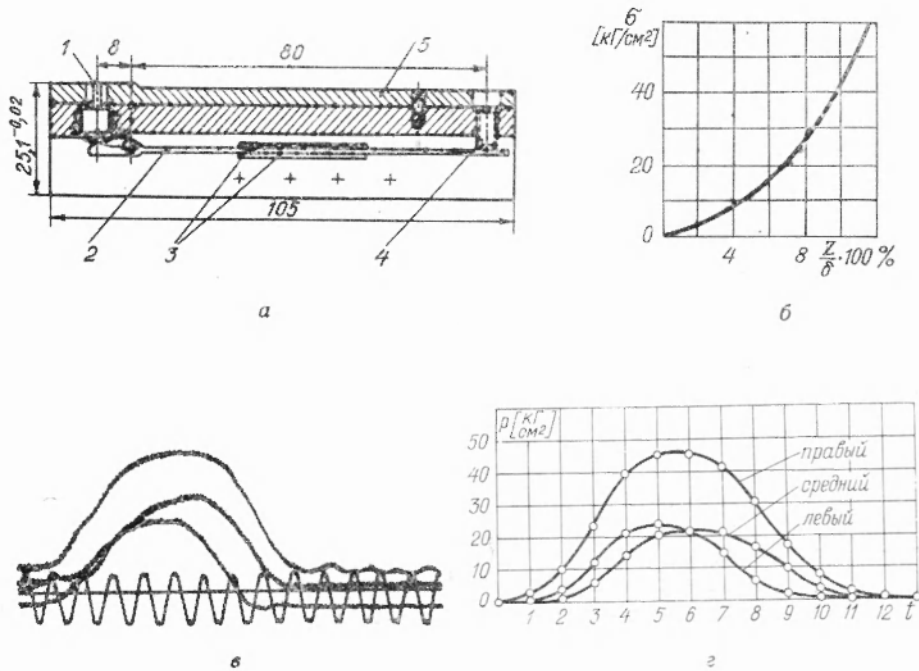


Рис. 1. К определению цикла изменений удельных давлений печати:
а — датчик для измерения удельных давлений; б — диаграмма сжатия декеля; в — осциллограммы распределения удельного давления по ширине полоски контакта; г — диаграммы цикла изменений удельных давлений, полученные путем обработки осциллограмм.

штифта устанавливается точно по росту печатной сменной формы — плашки 5 с отверстием для прохода стержня измерительного штифта [15].

Тарировка датчика осуществлялась в приспособлении, состоящем из гидравлического нагружающего устройства и образцового динамометра сжатия типа ДОСМ-1 системы Н. Г. Токаря. На датчик сверху укладывался образец испытуемого декеля, использованного при экспериментировании. После создания определенного удельного давления ($p = \sigma = \frac{Q}{S}$) на печатную площадку плашки и штифта датчика фиксировалось соответствующее отклонение луча на экране осциллографа, вызванное влиянием деформаций проволочных сопротивлений под действием нагрузки на измерительный штифт. Такая схема тарировки позволила исключить влияние деформаций штифта на величину удельных давлений.

Прибор для регулирования предварительного натяга [14] использовался и для определения суммарного давления при печати. Отсчет производился по показаниям манометров двух гид-

равлических приборов, установленных между верхними вкладышами правого и левого подшипников печатного цилиндра и их крышками. Каждый из приборов выполнен в виде корпуса с полостью для масла и цилиндрическим направляющим кольцом для поршня, причем полость для масла соединена маслопроводами с манометром и регулирующим клапаном, выполненным в виде цилиндра с подпружиненным поршнем, перемещаемым с помощью регулировочного винта. Тарировка показаний манометров приборов осуществлялась путем создания определенной нагрузки. При оценке создаваемого предварительного натяга за нуль отсчета принималось начальное показание манометра, вызванное избыточной силой пружин в нижнем положении печатного цилиндра (создание предварительного натяга осуществлялось всегда в одном и том же положении талера).

Собственные деформации приборов оценивались при помощи индикатора часового типа. Их влияние на величину суммарного давления исключалось соответствующей корректировкой, приводившей поверхность прибора на нулевую отметку.

Измерение расстояний между цилиндром и талером под нагрузкой и в свободном состоянии производилось при помощи индикаторного нутромера. Для этого предварительно в трех местах печатного цилиндра (по краям и посередине) вырезались участки декеля.

Печатные формы были составлены из линеек с очком в 2 пункта, размещенных на талере в продольном направлении. Это позволяло легко менять степень заполнения формы путем соответствующей расстановки линеек в форме и упрощало все требующиеся расчеты.

Декель при всех экспериментах был постоянным. Диаграмма сжатия приработанного декеля, снятая на эластометре УПИ [13], представлена на рис. 1б. По своим механическим свойствам декель являлся жестким, его физические константы $m = 0,22$ и $E' = 24,9 \frac{\text{кг}^m}{\text{см}^2 m}$. Толщина необжатого декеля $\delta_n = 1,62$ мм, приработанного $\delta_{np} = 1,58$ мм.

Сменная часть декеля менялась при каждом изменении варианта заполнения экспериментальной формы, в отличие от постоянной его части.

Перед началом каждого нового испытания свежий декель прирабатывался в течение часа. Следует также отметить, что перед началом исследований была тщательно выполнена поддекельная приправка при минимальном давлении и пятидесятипроцентном заполнении формы линейками.

Программа исследований предусматривала одновременную регистрацию удельных давлений при печати и оценку усилий на подшипники печатного цилиндра (для определения суммарной нагрузки) при варьируемом заполнении печатной формы и различной величине предварительного натяга. Три датчика для измерения удельных давлений располагались по одной линии вдоль полоски контакта по краям и посередине талера*.

Испытания были проведены с пятью формами, составленными из трех датчиков и двухпунктовых линеек, расположенных вдоль линии движения формы с равными интервалами между линейками.

* Постановка экспериментального исследования влияния заполнения печатной формы на колебания удельного давления при печати и форма для этой цели были предложены и. о. профессора Б. В. Коваленко.

Для наиболее заполненной и наименее заполненной печатной формы (последняя только при наличии датчиков) измерялись расстояния между поверхностью тела печатного цилиндра и плоскостью талера в местах около датчиков.

Параметр формы	Номер формы					
	1	2	3	4	5	6
Интервал между линейками в типографских пунктах	2	6	10	14	20	—
Число линеек по ширине формы	601	299	200	149	108	—
Заполнение формы печатающими элементами в процентах	50	27	19	15	12	3,5

С целью оценки влияния на величину давления при печати ореолов частичной деформации декеля по периметру печатающих элементов формы были проведены испытания с формами, состоявшими из того же количества линеек, как и описанные выше формы, однако без интервалов между ними. Такие плашки были составлены из 601, 200 и 108 линеек.

Величина предварительного натяга между опорными кольцами печатного цилиндра и ростовыми планками талера при каждой форме устанавливалась в пределах от 0 до 3000 кг, через каждые 500 кг.

Всего было проведено и обработано 63 рабочих варианта исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На рис. 1в представлены осциллограммы удельного давления по ширине полосы печатного контакта, записанные тремя датчиками одновременно, а на рис. 1г те же осциллограммы расшифрованы с учетом тарировочных характеристик датчиков. Записи показывают, что по ширине полосы контакта удельное давление плавно нарастает и убывает.

Экспериментальная величина среднего удельного давления по ширине полосы контакта была определена по формуле:

$$p_{\text{ср}} = \frac{F \cdot \mu_x \cdot \mu_y}{B_{\text{ф}}},$$

где F — площадь фактической диаграммы удельных давлений (рис. 1г);

μ_x и μ_y — соответствующие масштабы диаграммы по осям абсцисс и ординат;

$B_{\text{ф}}$ — фактическая ширина полосы контакта, определяемая с помощью осциллограммы:

$$B_{\text{ф}} = v \cdot t = \frac{\pi \cdot 3n}{30} \cdot r \cdot \frac{z}{f},$$

где v — скорость талера, мм/сек;

t — время действия контакта, сек;

f — частота отметчика времени, 1/сек;

$3n$ — количество оборотов вала привода талера в минуту (n — число циклов);
 r — радиус кривошипной шестерни, мм;
 z — число полных колебаний отметчика времени за время цикла печатного контакта печатающего элемента.

На основании расшифровки пятнадцати осциллограмм экспериментально определен коэффициент усреднения ψ_s — отношение среднего

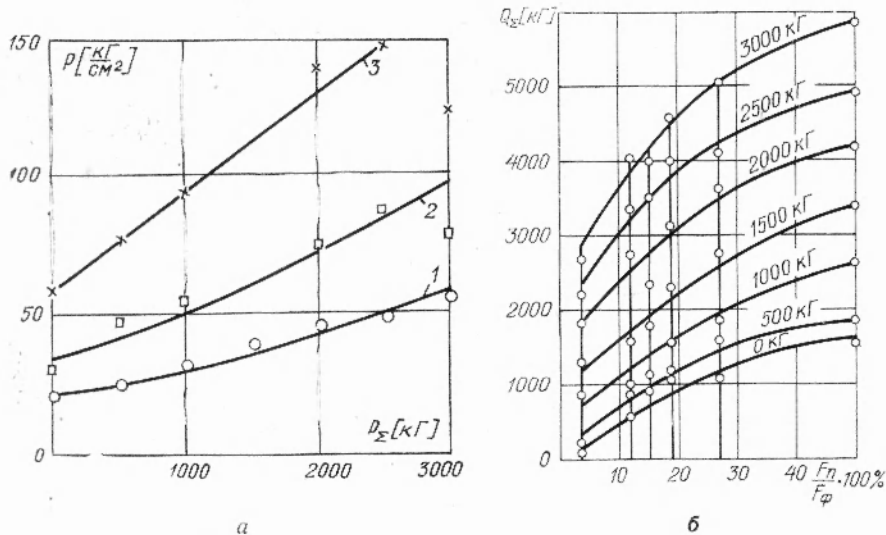


Рис. 2. а — зависимость изменения максимального удельного давления от величины предварительного натяга; б — изменение суммарной нагрузки при печати в зависимости от заполнения печатной формы и величины предварительного натяга.

к максимальному удельному давлению $\psi_2 = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{max}}} = 0,44$. Величина этого коэффициента для использованного декеля ($m = 0,22$), подсчитанная теоретически по формуле, приведенной в работе [10], $\psi_7 = 0,38$ практически близка к найденной.

Результаты исследования изменения величин максимальных удельных давлений в зависимости от величины создаваемого предварительного натяга иллюстрируются графиком, представленным на рис. 2а для формы с 27%-ным заполнением. Цифрами 1, 2 и 3 на рисунке обозначены соответственно графики удельных давлений, зарегистрированные средним, левым и правым датчиками. Различные величины удельных давлений на датчики при том же предварительном натяге и при однородной форме вызываются, прежде всего, неточностью изготовления и упругими деформациями звеньев системы печатного пресса. Удельное давление на датчики может отличаться от среднего удельного давления на форму в связи с метрической неточностью обработки звеньев печатного аппарата, различием местных деформаций талера и декеля, влиянием его размерных объемных деформаций.

Приведенные графики показывают, что увеличение предварительного натяга вызывает примерно одинаковый относительный рост удельного давления на все отдельные печатающие элементы формы (датчики). Например, для формы с 27%-ным заполнением увеличение максимального удельного давления по сравнению с первоначальным давлением при изменении предварительного натяга от 0 до 3000 кг

составляет в среднем 280%, а для формы с 19%-ным заполнением — 328%.

Суммарная нагрузка на форму растет с увеличением предварительного натяга, причем этот рост в большей мере проявляется для менее заполненной печатной формы. Например, при увеличении предварительного натяга от 0 до 3000 кг суммарная нагрузка на форму с 12%-ным заполнением выросла с 550 до 4040 кг, т. е. увеличилась в 7,35 раза, а на форму с 50%-ным заполнением — с 1520 до 5830 кг, т. е. увеличилась лишь в 3,85 раза.

Величина суммарной нагрузки на форму изменяется в зависимости от изменения ее заполнения. На рис. 2б обобщены данные об изменении суммарной нагрузки на форму в зависимости от заполнения при различных величинах предварительного натяга, указанных над соответствующими кривыми. Увеличение заполнения печатной формы во всех случаях вызывает увеличение суммарной нагрузки на форму, причем относительное увеличение больше при меньших величинах предварительного натяга. Суммарное давление меняется не в одинаковой степени с изменением заполнения печатной формы — с увеличением заполнения оно растет гораздо менее интенсивно. Например, при изменении степени заполнения формы с 12 до 50%, т. е. более чем в 4 раза, суммарная нагрузка в случае отсутствия предварительного натяга изменилась с 550 до 1520 кг, т. е. в 2,77 раза, а при предварительном натяге в 3000 кг она соответственно изменилась с 4040 до 5830 кг, т. е. в 1,44 раза.

Изрезанность печатающих элементов формы, как показала обработка полученных экспериментальных данных, существенно влияет на величину давления при печати. При любых предварительных натягах для одинаковой площади печатающих элементов суммарная нагрузка больше для формы с изрезанными элементами, чем для сплошной плашки. Например, для формы с 19%-ным заполнением при предварительном натяге 1000 кг суммарная нагрузка за счет частичной деформации декеля поднялась с 980 до 1530 кг, т. е. на 56%, а для формы с 50%-ным заполнением и при том же предварительном натяге она соответственно увеличилась с 1590 до 2630 кг, т. е. на 65%.

Найти определенные закономерности увеличения суммарной нагрузки за счет влияния ореолов частичной деформации декеля, зависящих от изрезанности элементов печатной формы, нам не удалось. Можно только констатировать, что это увеличение менялось в широких пределах — от 15 до 100%. Средняя величина увеличения суммарного давления для всех проведенных экспериментов составила 42%.

Влияние заполнения печатной формы на величину максимальных удельных давлений определим, воспользовавшись данными о величинах суммарного давления. Максимальное напряжение сжатия в материале декеля σ_{\max} может быть найдено из формулы для определения суммарной нагрузки Q_{Σ} , рекомендованной в [9]:

$$Q_{\Sigma} = \psi \alpha l (1 + \beta) B \sigma_m = 2\psi \alpha l (1 + \beta) \sqrt{\frac{2R\delta}{E'}} \cdot \sigma_m^{\frac{m+2}{2}}, \text{ откуда}$$

$$\sigma_m = \frac{Q^{\frac{2}{m+2}}}{\left[2\psi \alpha l (1 + \beta) \sqrt{\frac{2R\delta}{E'}} \right]^{\frac{2}{m+2}}} = \frac{Q^k}{A \cdot (2l)^k},$$

где $A = \left[2\psi (1 + \beta) \sqrt{\frac{2R\delta}{E'}} \right]^k = \text{const}$ для данного декеля и формы;

$k = \frac{2}{m+2}$ — также физическая константа для данного декаля;

$\psi = 0,44$ (величина, найденная нами экспериментально, см. выше);

α — коэффициент заполнения формы;

l — максимальный размер формы вдоль образующей печатного цилиндра;

$1 + \beta = 1 + 0,5$ — коэффициент влияния изрезанности печатающих элементов формы, установленный нами экспериментально;

$B = 2\sqrt{2RZ_m} = 2\sqrt{2R\frac{\sigma m \delta}{E'}}$ — ширина полосы контакта;

$R = 270$ мм — радиус печатного цилиндра;

Z_m — максимальная деформация декаля толщиной δ ;

m и E' — физические константы материала декаля.

По результатам подсчетов построены графики максимальных напряжений сжатия* в зависимости от заполнения печатной формы, полученные при различных предварительных натягах (рис. 3).

Сокращение заполнения печатной формы приводит к увеличению максимального напряжения сжатия декаля и удельного давления при печати. Однако при изменении предварительного натяга от 0 до 1500 кг увеличение максимальных напряжений происходит значительно менее интенсивно, чем при натягах от 1500 до 3000 кг. Так, например, при предварительном натяге 1000 кг уменьшение заполнения печатной формы от 50% до 12% вызывает увеличение максимального напряжения в 1,5 раза, при 2000 кг — в 2,3 раза, при 3000 кг — в 2,5 раза.

Колебание максимальных напряжений в широких пределах вследствие переменной заполненности печатной формы, как это обычно имеет место, значительно усложняет процесс приправки.

Попутно следует отметить, что значительные колебания удельных давлений, особенно в области больших давлений (80 кг/см² и выше), при достаточно жестком декале не вызвали существенного изменения рельефа на обороте контрольных оттисков. Это дает основание утверждать, что в случае применения жестких декалей визуальная оценка величины максимального удельного давления по оттиску не достижима. Здесь возможны перегрузки машины, вызывающие дополнительные упругие деформации звеньев печатного аппарата.

Влияние заполнения печатной формы на колебание максимальных удельных давлений по длине полосы печатного контакта.

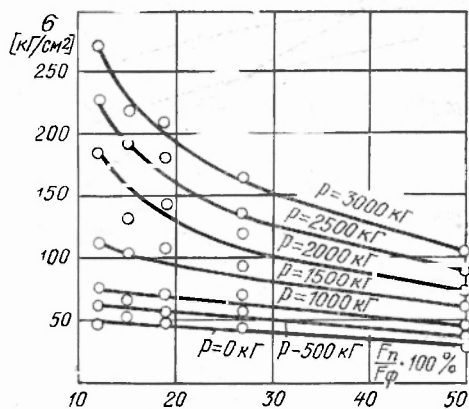


Рис. 3. Изменение максимальных удельных давлений при печати в зависимости от заполнения печатной формы и величины предварительного натяга.

* По максимальному напряжению сжатия легко определить максимальное удельное давление $p_{\max} = \sigma_{\max}(1 + \beta)$. Для плашки $\beta = 0$ и, таким образом, максимальное напряжение в материале декаля по величине равно максимальному удельному давлению.

На рис. 4а представлены графики изменения расстояния между печатным цилиндром и талером в зависимости от величины предварительного натяга при отсутствии формы. Графики приведены для трех характерных точек вдоль образующей цилиндра: 1 — с левой стороны, 2 — посередине и 3 — с правой стороны (соответственно местам распо-

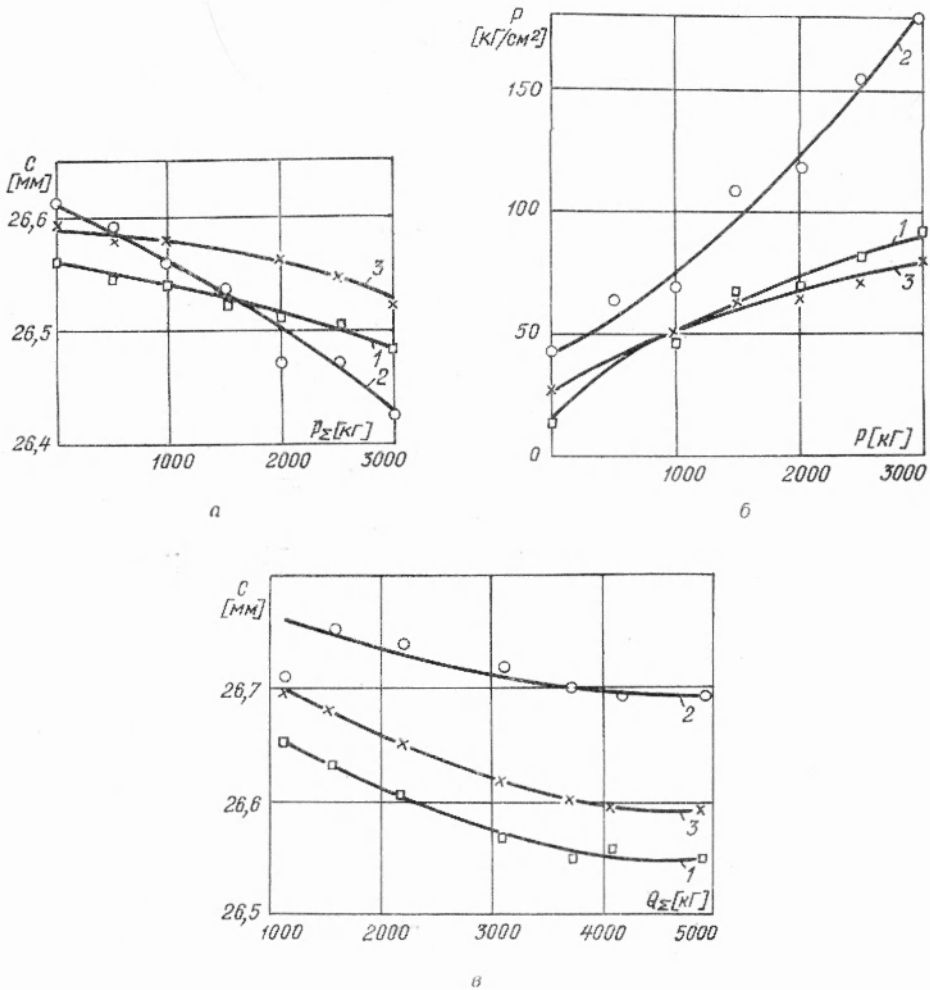


Рис. 4. а — расстояния между телом печатного цилиндра и плоскостью талера в зависимости от величины предварительного натяга; б — изменение максимальных удельных давлений на датчики при увеличении предварительного натяга; в — расстояние между телом печатного цилиндра и плоскостью талера в зависимости от величины нагрузки на печатный цилиндр, создаваемой однородной равномерно распределенной на талере формой.

ложения датчиков удельного давления). Рассматривая эти зависимости, заключаем, что с увеличением предварительного натяга расстояние между телом цилиндра и плоскостью талера существенно сокращается, причем это сокращение примерно в одинаковой степени меняется слева и справа. Расстояние между талером и цилиндром в средней точке длины контакта сокращается в значительно большей степени. Это дает основание предположить, что такое сокращение расстояния идет, по-

видимому, в основном за счет прогиба талера вверх под влиянием предварительного натяга. Упругие девиации цилиндра и талера являются существенной причиной колебания удельных давлений при наличии предварительного натяга и неравномерного заполнения формы печатающими элементами.

Величины удельных давлений в точках измерения расстояний при различной величине предварительного натяга приведены на рис. 4б. С учетом зафиксированных упругих деформаций печатного аппарата вполне закономерно, что максимальное удельное давление на средний датчик с увеличением предварительного натяга возросло сравнительно с первоначальным в 4,5 раза, а на крайних датчиках, где сокращение расстояния было меньше, и удельное давление увеличилось менее значительно.

Иная картина деформации печатного аппарата наблюдается при наличии формы с равномерным 50%-ным заполнением (рис. 4в). В этом случае деформации в тех же точках (цифрами 1, 2, 3 обозначены те же места измерения, что на рис. 4а и рис. 4б) с увеличением суммарной нагрузки на печатный цилиндр растут примерно в одинаковой степени, причем в средней части даже несколько меньше, чем по краям. Обращает на себя внимание и то, что расстояние между поверхностью тела печатного цилиндра и плоскостью талера посередине печатного аппарата гораздо больше, чем по краям, в отличие от того случая, когда форма отсутствовала. Здесь, по-видимому, общее увеличение расстояния во всех точках происходит за счет суммы деформаций стенок машины и подталерных опор, а также девиаций вала печатного цилиндра.

Изложенное позволяет прийти к следующим выводам.

1. Увеличение предварительного натяга между опорными кольцами печатного цилиндра и ростовыми планками талера приводит к резкому повышению максимального удельного давления и суммарной нагрузки на форму при печати независимо от характера формы. В связи с этим подбор толщины декеля с определенными физико-механическими свойствами необходимо производить с учетом величины предварительного натяга.

2. С увеличением заполнения печатной формы в пределах полоски печатного контакта рост суммарной нагрузки менее интенсивен, что свидетельствует о значительном перепаде максимального удельного давления. Следовательно, при печатании с однородной по изрезанности элементов формы неравномерность удельного давления зависит от колебаний заполнения формы. Именно это является основной причиной приправки при использовании точной по росту и однородной по изрезанности печатной формы.

3. Степень влияния заполнения печатной формы на величину удельного давления зависит от величины предварительного натяга. При меньших величинах предварительного натяга заполнение печатной формы в меньшей мере влияет на колебания удельного давления. Это обстоятельство должно учитываться при обосновании оптимальной величины предварительного натяга.

4. Изрезанность элементов печатной формы, вызывающая частичные деформации декеля по периметру, несомненно, оказывает существенное влияние на увеличение удельного давления при печати.

5. Изменения упругих деформаций печатного аппарата, вызывающие колебания величины удельного давления при печати, конкретны и зависят от заполнения и характера размещения печатающих элементов формы внутри полоски печатного контакта.

6. Разработка практических рекомендаций в отношении выбора декеля и величины предварительного натяга с учетом степени заполнения печатных форм требует дальнейшего развития и углубления исследований в области механики печатного контакта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. К. Белозерский. Кинематика и геометрия печатных аппаратов с правильным качением цилиндров, Сб. трудов НИИПолиграфмаша, вып. 6, М., 1960.
2. Н. Д. Бирюкова. Методы исследования деформационных свойств декелей в динамических условиях. Обмен передовым опытом по процессам печати и путям их совершенствования, вып. II, Изд. НТО полиграфии и издательств, М., 1963.
3. М. Е. Готман. Исследование давления при печати, журн. «Полиграфическое производство», 1941, № 2.
4. М. М. Нуркас. Технология типографского печатания, «Искусство», М., 1962.
5. В. Н. Петров. Распределение давления в полосе контакта декеля с печатной формой, Сб. трудов ВНИИ Гознака, вып. 1, М., 1957.
6. П. А. Попрядухин. Технология полиграфического производства, кн. 3, «Искусство», М., 1955.
7. М. С. Тимофеев. Давление в печатной паре плоскочечатных малоформатных машин и методы его измерения. Научные труды МПИ, Сб. 4, «Искусство», М., 1956.
8. К. В. Тир. О нагрузках, возникающих при печатании, Сб. трудов УНИИПП, вып. 1, Харьков, 1937.
9. К. В. Тир. Механические явления, сопровождающие цикл печатного контакта в плоскочечатных машинах, Сб. трудов УНИИПП, вып. 3, 1954.
10. К. В. Тир, Б. Л. Лозовой. Оценка суммарной нагрузки на печатный цилиндр, Научные записки УПИ, т. XIV, Львов, 1961.
11. К. В. Тир. Пути достижения оптимальных условий печатного контакта. Обмен передовым опытом по процессам печати и путям их совершенствования, вып. II, Изд. НТО полиграфии и издательств, М., 1963.
12. А. А. Тюрин. Распределение давления в зоне печатного контакта. Научные труды МПИ, Сб. 8, М., 1958.
13. Я. И. Чехман. Определение физических характеристик упруго-пластических материалов при сжатии. Научные записки УПИ, т. XII, Львов, 1958.
14. Я. И. Чехман. Стабилизация процесса печати на двухоборотной плоскочечатной машине. Обмен передовым опытом по процессам печати и путям их совершенствования, вып. II, Изд. НТО полиграфии и издательств, М., 1963.
15. Я. И. Чехман. Исследование воздушных амортизаторов талера двухоборотной плоскочечатной машины ДПП. Автореферат и кандидатская диссертация, Львов, 1963.
16. К. И. Финакин. Исследование параметров печатного аппарата ролевых ротационных машин высокой печати. Труды НИИПМ (печатные машины), вып. 19, М., 1962.
17. К. И. Финакин. Конструкция и жесткость цилиндров печатного аппарата ролевых ротационных машин высокой печати. Труды НИИПМ, вып. 19, М., 1962.

PECULIARITIES OF THE PRINTING CONTACT MECHANICS IN THE PRESENCE OF SOME PRELIMINARY STRETCH IN A PRINTING APPARATUS LINKS SYSTEM

Ya. N. CHEKHMAN, N. A. PRYADKO, V. I. JUSHCHIK

While printing with some uniform plate the unevenness of specific pressure depends on the fluctuation of dressing the form. Using smaller sizes of preliminary stretch the dressing of the printing forms influences upon the fluctuation of the specific pressure but in the smaller degree.
