

Таким образом, Окуловская башня, являющаяся чистым типом башни Митчерлиха, работает значительно хуже, чем этажная башня Каменского целлюлозного завода.

Мы уже указывали, что последняя разделена решетками на шесть этажей, в которых известняк лежит отдельными столбами по 4—5 метров высотой. Камень раз'едается главным образом в двух нижних этажах, куда он добавляется при каждой чистке через 12 дней. В Окуловской башне камень лежит на одной решетке сплошным столбом в 29 метров; при раз'едании внизу, благодаря конической форме башни, весь этот столб садится, почему пустота в ней образуется не внизу, а наверху. При содержании CaO в кислоте—1%, в сутки должно перейти в кислоту около 3 тонн CaO или 5,5 тонны $CaCO_3=4$ куб. м известняка. В 7 дней растворится 28 куб. м известняка, что для Окуловской башни соответствует столбу высотой $28 : \frac{\pi 2,7^2}{4} = 5$ м внизу башни или столбу высотой $28 : \frac{\pi 2,1^2}{4} = 8$ м наверху башни. Таким образом, у башни Окуловского типа, т.-е. не разделенной на отдельные этажи, общая высота известняка к концу работы уменьшится до $29-8=21$ м, а у подобной же этажной башни лишь до $29-5=24$ м. Итак, в чисто Митчерлиховском типе башни камень садится скорее, чем у башен этажного типа, что, конечно, влечет за собой большие потери газа и уменьшает период работы башни.

Я не решаюсь об'яснить менее продуктивную работу Окуловской башни даже при холодной воде исключительно указанным выше обстоятельством или же на основании изложенного сделать вывод о непригодности башен типа Митчерлиха. Повидимому, дело не только в этом.

Интересно также отметить, что при более интенсивной работе, какую мы казалось бы вправе ожидать от Окуловской башни, оседание камня должно быть еще значительнее и, следовательно, во избежание чрезмерных потерь период работы башни пришлось бы сократить еще более.

Проф. С. Фотисв.

Из заграничной литературы.

Сеточная часть современной быстроходной машины.

A. Danningер. „Pap. Fabr.“ 1925 № 35.

I. Образование бумажного листа на сетке.

Бумажный лист считается хорошим, когда он по всей своей поверхности имеет одинаковую толщину и равномерный просвет, т.-е. когда каждой единице его площади соответствует одинаковое количество волокон. У такой бумаги волокна хорошо свойлочены, она обладает сравнительно высокой крепостью и удовлетворяет пред'являемым к печатной бумаге требованиям.

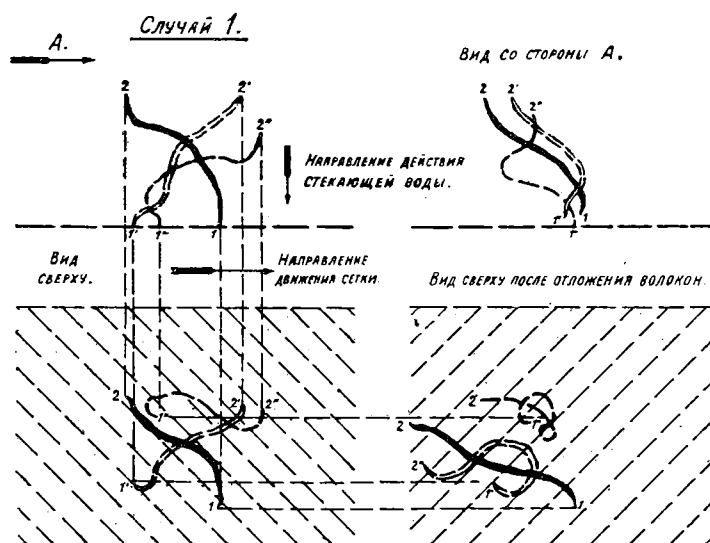
Для достижения указанных качеств необходимо, чтобы волокна падающей на бумажную машину разжиженной массы равномерно отлагались на сетке. Образование листа на сетке можно себе представить в виде постепенного образования на ней бесконечно малых, тонких слоев, которые так переплетаются и спрессовываются, что лист становится монолитным.

На характер отложения волокон на сетке оказывает влияние в первую очередь движение стекающей воды. Разжиженная бумажная масса, попадая через щель на движущуюся водопроницаемую сетку, начинает обезвоживаться—теряет воду, которая под влиянием силы тяжести и отсасывающего действия валиков стекает вниз через отверстия в сетке.

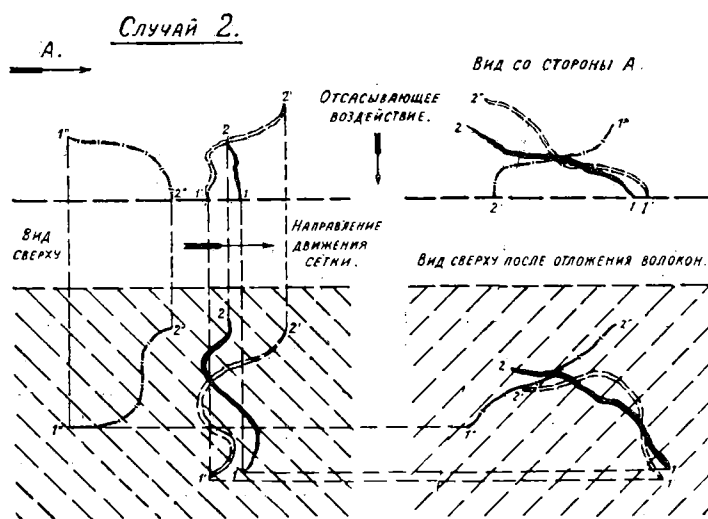
Для более наглядного освещения процесса обезвоживания в дальнейшем речь будет идти об отдельных слоях образующегося бумажного полотна. Из нижних непосредственно прилегающих к сетке слоев массы вода стекает немедленно по поступлении их на сетку; волокна же остаются на сетке и образуют водопроницаемую ткань. Слои уже осадившихся волокон вместе с металлической сеткой можно рассматривать, как новую более густую (более высокого номера) сетку для обезвоживания выше лежащих слоев бумажной массы. Если волокна отложились равномерно, то вновь образовавшаяся сетка (металлическая и ткань из волокон обезвоженных уже слоев) удовлетворяет требованиям, пред'являемым к сеткам бумажных машин, а именно: на каждую единицу ее площади приходится одно и то же число одинакового размера отверстий.

При энергичном ходе процесса обезвоживания бумажной массы на сетке волокна под влиянием стремительного течения воды вниз увлекаются в направлении течения, и часть из них принимает положение, близкое к вертикальному. Вместо того, чтобы отложиться в желательном горизонтальном направлении, многие волокна опускаются вниз в искривленном

состоянии (см. фиг. 1 и 2). Бумага вследствие этого получает просвет, который принято называть облачным. Отложившиеся таким образом волокна нижних слоев не представляют уже равномерной ткани. Вода из вышележащих слоев не стекает равномерно вниз по всей поверхности



Фиг. 1.



Фиг. 2

Расположение волокон в бумажном листе под влиянием воды и движения сетки.

Случай 1. Энергичное обезвоживание и медленное движение сетки. Быстрое стекание воды вниз имеет своим следствием вертикальное расположение волокон. В то время, как некоторые волокна (с концом 1), благодаря меньшему влиянию движения воды отлагаются под влиянием движения сетки растянутыми вдоль, большинство волокон опускаются свернувшись. В результате—облачный просвет и пониженная крепость бумаги.

Случай 2. Медленное обезвоживание и скорость движения сетки, значительно превышающая скорость набегающей массы. Быстро движущаяся сетка сначала удерживает медленно отлагающиеся волокна, остальные концы отлагаются на сетке позже.

полотна, а направляется по отдельным местам, представляющим наименьшее сопротивление ее движению. На полотне бумаги в момент его образования получают отдельные течения, которые оставляют на нем следы в виде каналов и тонких мест, с другой стороны, благодаря этим течениям многие волокна в местах стекания воды вниз принимают почти вертикальное положение. Неравномерное и неправильное расположение волокон, а также в связи с этим и облачность просвета, увеличивается.

Во вторую очередь на характер отложения волокон на сетке оказывает влияние движение самой сетки (имеется в виду бумажная машина с сеточной частью без тряски). Влияние это начинается с момента полного обезвоживания самого нижнего слоя бумажного полотна и возрастает с увеличением разности между скоростью движения сетки и скоростью истечения на нее бумажной массы. С увеличением скорости движения сетки возрастает число волокон, которые располагаются по направлению ее движения, вследствие чего увеличивается крепость бумаги в продольном направлении. Скорость движения сетки вообще превосходит на некоторую определенную величину скорость притекающей на сетку бумажной массы. Если эта разница в скоростях под влиянием сопротивления воздуха движению массы не падает ниже определенного предела, то волокна в процессе обезвоживания бумажного полотна увлекаются этой относительной скоростью и распрямляются по направлению движения сетки. Это распрямление возможно только с того момента, когда один конец волокна в процессе обезвоживания пристал к сетке или ниже лежащему уже обезвоженному слою.

Характер расположения волокон, как это представлено на фиг. 1 и 2, обуславливается преобладанием того или другого влияния (движение сетки или движение массы во время образования листа).

Из сказанного следует, что равномерный и хорошего качества бумажный лист может получиться при следующих условиях. Первое и важнейшее условие: разжиженная бумажная масса при попадании ее на сетку должна быть настолько равномерно размешана, чтобы в любом весьма малом объеме ее содержалось одинаковое количество волокон. Затем, процесс обезвоживания на сетке должен проходить так, чтобы была исключена всякая возможность нарушения равномерного распределения волокон в бумажном полотне в горизонтальной плоскости, для чего необходимо, чтобы причины, влияющие на характер расположения волокон, т.-е. скорость стекающей воды при обезвоживании и относительная скорость движения сетки по отношению к скорости вытекания бумажной массы на сетку, были по возможности малы.

II. Надлежащая работа сеточной части.

Сотрясение сетки в поперечном направлении не мешает горизонтальному расположению волокон в обезвоживаемой бумажной массе; оно, наоборот, умеряет вредное влияние скорости движения сетки, ввиду чего при увеличении скорости движения сетки должна быть соответственно увеличена интенсивность сотрясательного движения. Если же скорость движения

сетки достигает значительной величины, как например, у быстроходных машин для выработки газетной и печатной бумаги, то тряска уже не может оказать существенного влияния на расположение волокон; поэтому у таких машин тряска совершенно отсутствует.

Движение стекающей вниз воды при обезвоживании бумажного полотна оказывает, наоборот, вредное влияние на характер расположения волокон. Чем больше воды стекает во время образования листа в единицу времени в начальной части сетки, тем неправильнее располагаются волокна. Скорость же стекания воды с одной стороны пропорциональна рабочей скорости машины, так как с увеличением окружной скорости грудного и регистровых валов возрастает их отсасывающее воздействие, а с другой стороны она возрастает при увеличении диаметров указанных валов, так как их отсасывающее действие увеличивается с уменьшением угла отсасывания.

В специальной литературе последних лет много места уделялось изучению процесса образования листа на сетке. Авторы, на основании своей практики, в большинстве случаев приходили к заключению, что на характер образования бумажного листа наибольшее влияние оказывает обезвоживание массы в первой половине сеточной части.

Применение резиновых фартуков, различные конструктивные изменения в оборудовании сеточных столов, многочисленные опыты образования вихревых водоворотов в разжиженной бумажной массе перед или в момент попадания ее на сетку, все это находится в связи с приведенными выше указаниями о характере образования листа на сетке.

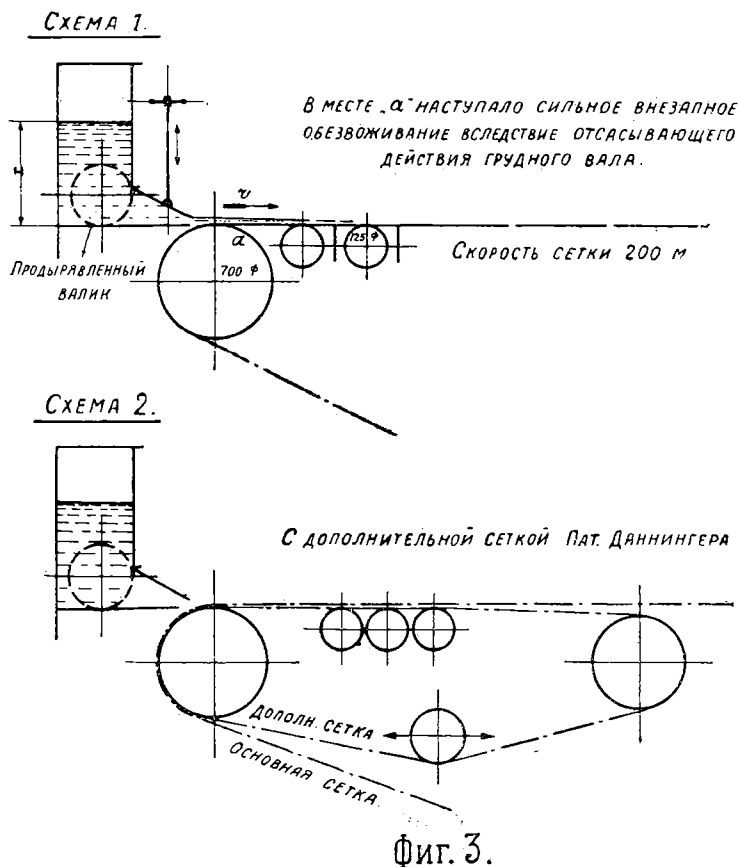
Некоторые практики полагают, что обычно применяемый уклон сетки способствует получению хорошего просвета и лучшего качества бумаги. По их мнению при достаточной величине уклона удастся не только преодолеть замедляющее действие сопротивления воздуха, но и увеличить скорость движения бумажного полотна на сетке, благодаря чему разница между скоростью движения сетки и скоростью бумажного полотна уменьшается и может быть доведена даже почти до нуля, и вредное влияние этой разницы на характер образования листа может быть таким образом совершенно устранено.

Автором было произведено большое число опытов над быстроходной бумажной машиной с подачей массы на сетку под высоким давлением (Hochdruckstoffauflauf, фиг. 3). Во время опытов условия работы, качество сырья, композиция, сорт и плотность бумаги оставались одинаковыми. Вырабатывалась печатная бумага плотностью 50 грамм в кв. м. При работе без резинового фартука (фиг. 3, схема 1) бумага получалась плохого неравномерного просвета; при применении же фартука просвет улучшился. Это подтверждает вышеуказанный вывод о вредном влиянии интенсивного обезвоживания на просвет бумаги. Благодаря резиновому фартуку отсасывающее действие грудного вала уничтожалось и интенсивность обезвоживания понижалась.

Что равномерность листа улучшается с понижением интенсивности обезвоживания в первой половине сеточной части, можно проверить следующим образом. Если из машины, на которой регистровые валики

расположены не очень тесно, вынуть в начале регистровой части половину валиков через один, то просвет бумаги при одинаковых прочих условиях работы в большинстве случаев улучшается, что объясняется уменьшением отсасывающего действия регистровой части и понижением, в связи с этим, интенсивности обезвоживания.

У машин, на которых вырабатываются более высокие сорта бумаги, регистровые валики в начале расположены очень близко, почти вплотную.



Напускной ящик высокого давления—патент Фойта и Венцеля.

Получение равномерного листа в этом случае объясняется следующим образом. При таком расположении валиков обезвоживание массы на сетке происходит исключительно под влиянием отсасывающего действия регистровых валиков. Не вся вода, однако, может стечь через незначительную щель между валиками, часть ее задерживается между валиками и сеткой, благодаря чему понижается интенсивность обезвоживания. У таких машин подшипники для регистровых валиков обыкновенно делаются передвижными, что дает возможность изменением положения валиков регулировать интенсивность обезвоживания.

Бумажное полотно по оставлении регистровой части сеточного стола представляет довольно густую влажную массу, которая нелегко отдает свою влагу. В отсасывании воды из этой массы заключается назначение сосунов. И здесь для равномерности листа большое значение имеет интенсивность обезвоживания. Если в первом сосуне имеется слишком большой вакуум, стекание выжатой из массы воды происходит очень энергично. В своем быстром течении вниз вода увлекает короткие и малые волокна и другие составные части бумажной массы, как каолин, частицы красящих веществ и т. п. Этим, главным образом, объясняется неодинаковый вид верхней и нижней стороны бумажного листа. Для рациональной работы сосунов необходимо, чтобы процесс обезвоживания происходил медленно и постепенно. Вакуум должен быть незначительным в первом сосуне и постепенно возрастать в следующих. Общая отсасывающая поверхность сосунов должна быть увеличена при повышении скорости машины.

На основании многочисленных опытов, произведенных автором над машиной, вырабатывающей при скорости 200 метр. в минуту ротационную печатную бумагу плотностью 50 гр. в кв. метре, наиболее подходящим для первого сосуна оказался вакуум в 200 мм водяного столба. Высота вакуума в последнем сосуне зависит от общей поверхности всех сосунов и скорости машины. Средние цифры для вакуума в последнем сосуне автором определяются в 900—1100 мм водяного столба.

При скорости машины в 300 метров в минуту и диаметре последних регистровых валиков в 180 мм отсасывающее действие последних настолько велико, что они вполне заменяют сосуны низкого вакуума в 300 мм водяного столба. Практика работы на быстроходных машинах привела к частичной замене сосунов низкого вакуума регистровыми валиками большого диаметра, что, между прочим, имеет своим следствием меньший износ сетки.

Вторым условием рациональной работы сосунов является непрерывное отсасывание. Это условие необходимо и для регистровой части сеточного стола. Так как постепенно уплотняющиеся нижние слои бумажного полотна все более затрудняют обезвоживание верхних слоев, то для равномерности обезвоживания необходимо, чтобы отсасывающее действие регистровых валиков постепенно возрастало. Для достижения этого автором было предложено, сохраняя постоянной окружную скорость валиков, постепенно увеличивать их диаметры по направлению к сосунам, благодаря чему уменьшается угол между ними и сеткой и увеличивается их отсасывающее действие.

Беспрерывное и постепенно возрастающее отсасывание тем более важно при работе сосунов. Если между двумя соседними сосунами имеется промежуток, то при прохождении бумажного полотна над ним отсасывание из него воды сразу прекращается. Происходит обратное явление: в нижние слои бумажного полотна, в которых только что пройденным сосуном был создан некоторый вакуум, устремляется с нижней стороны сетки воздух и вместе с ним увлекается часть приставшей к сетке воды; в этом месте происходит всасывание воды бумажным полотном.

Благодаря соединению сосунов вместе можно достичь того же эффекта обезвоживания при меньшей отсасывающей поверхности сосунов или меньшим вакуумом при сохранении той же отсасывающей поверхности. Как то, так и другое влечет за собой меньший износ сетки.

СХЕМА I.

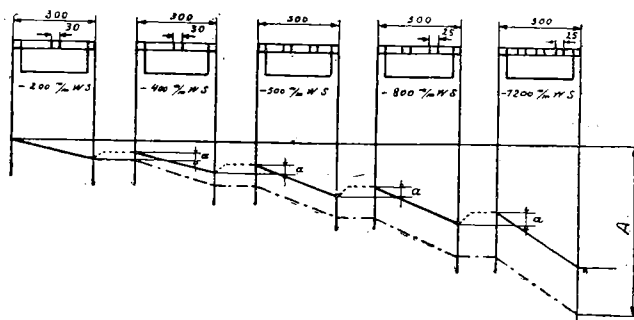


СХЕМА II.

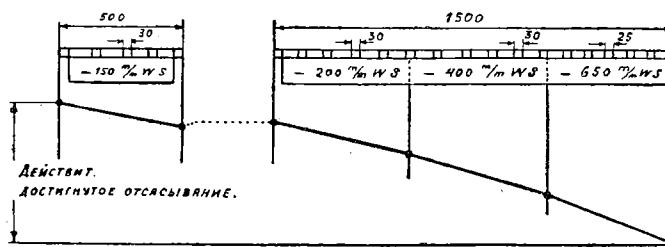
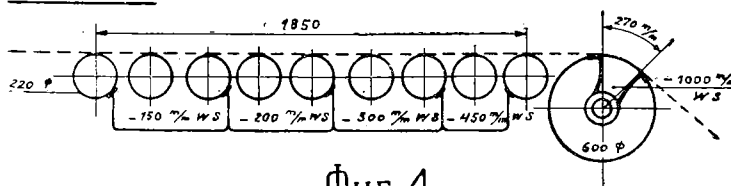


СХЕМА III.



Фиг. 4.

Расположение сосунов при производстве печатной бумаги;
 $V = 200$ м/мин., плотность — 50 гр. в кв. метре; композиция —
 25% целлюлозы и 75% древесной массы и др.; степень раз-
 мола средняя.

Третье условие рациональной работы сосунов состоит в устранении всего того, что способствует износу сетки. В этом отношении делалось за последнее десятилетие многое. Вопрос этот, однако, нельзя пока считать вполне разрешенным. Опыт работы в течение 3 лет сосунами в виде валиков системы Wenzel'я показал, что неподвижные плоские сосуны могут быть с успехом заменены вращающимися. Однако, работа этих сосунов была проверена только при изготовлении бумаги с большим содержанием древесной массы.

В отношении износа сетки автором было произведено много опытных наблюдений над работой бумажной машины, вырабатывающей печатную бумагу, с шириной сетки 3100 мм.

При расчете напряжения, которое приходится сетке преодолевать, автор исходил из следующих соображений.

Сеткой приводится в вращение грудной вал, регистровые и направляющие валики. Для преодоления силы трения шеек этих валиков на подшипниках необходимо, чтобы $S \cdot D = f \cdot q \cdot d$, где f —коэффициент трения шеек валиков о вкладыши при шариковых подшипниках $= 0,003$, q —давление валиков на вкладыши в кг, S —сила напряжения сетки в кг, D —диаметр валика в мм и d —диаметр шейки валика в мм, откуда $S = f \cdot q \cdot \frac{d}{D}$.

По этой формуле было вычислено напряжение сетки, вызываемое трением шеек: 1) грудного вала (диаметр—700 мм, вес—600 кг); 2) регистровых валиков (диаметры—120 и 150 мм, общий вес—890 кг); 3) 4 направляющих валиков (диаметр каждого—300 мм, вес—350 кг) и 4) натяжного валика (диаметр—300 мм, эмпирическая средняя величина натяжения—300 кг), благодаря которому увеличивается давление сетки на валики, уменьшается трение скольжения и достигается правильное, спокойное движение бумажного полотна.

Было также вычислено напряжение сетки вследствие силы трения: 1) шабера грудного вала (шабер деревянный, обложенный кожей, давление—15 кг, коэффициент трения $f = 0,6$) и 2) шабера первого направляющего валика (давление—30 кг, $f = 0,5$).

Для указанной выше самоочерпки общее напряжение сетки, вызываемое перечисленными силами трения определяется: грудной вал—0,15 кг, шабер—9 кг, регистровые валики—0,60 кг, направляющие валики—0,70 кг, натяжной валик—0,15 кг, его шабер—15 кг, а всего—25,6 кг.

Кроме того, сетка подвергается напряжению, вызываемому трением ее при прохождении через сосуны. На фиг. 4 представлены различные схемы расположения сосунов, которые применялись при опытах. По схеме III расположение сосунов было при опытах несколько изменено, а именно, вместо последнего сосуна в виде валика был помещен плоский сосун, шириной 500 мм с вакуумом в 700 мм водяного столба.

Сила, необходимая для преодоления трения сетки о поверхность сосунов, определяется по формуле $S = f \cdot Q$, где f —коэффициент трения и Q —общее давление, приходящееся на сетку под влиянием вакуума в сосунах.

Коэффициент трения f сетки, скользящей о деревянные крышки сосунов Кауфмана, колеблется от 0,5 до 0,7. При постоянном вакууме в сосунах он изменяется в зависимости от композиции и степени размол массы: чем тоньше размол и чем выше содержание древесной массы и наполняющих веществ, тем он больше. Кроме того, на величину коэффициента трения оказывает большое влияние конструкция верхней крышки сосуна, а также скорость машины. При подсчетах коэффициент f был принят равным 0,55.

При схеме I (фиг. 4) общая поверхность 5 сосунов была равна $5 \cdot 30 \cdot 280 = 42.000$ кв. см, поверхность планок, поддерживающих сетку

под сосунами $= 14.140$ кв. см, таким образом, нагруженная поверхность сетки $= 42.000 - 14.140 = 27.860$ кв. см. Среднее давление, вызываемое вакуумом, равно $(0,02 + 0,04 + 0,05 + 0,08 + 0,12) : 5 = 0,062$ кг/см² и общее давление $Q = 27.860 \cdot 0,062 = 1727$ кг.

Таким образом, напряжение сетки, необходимое для преодоления силы трения сетки о сосуны по схеме I, $S_I = 0,55 \cdot 1727 = 950$ кг. Подобным же путем получаем для схемы II $S_{II} = 740$ кг.

По схеме III сила трения определяется по формуле $S = f \cdot Q \cdot \frac{d}{D}$ (см. выше), где f (так как все валики имели шариковые подшипники) принято равным 0,003, а Q — сумма давления на сетку, вызываемого вакуумом, и веса валиков. В данном случае S для сосунов низкого и среднего вакуума получилось равным 1,7 кг, а для сосуна высокого вакуума — 2 кг.

Кроме сил трения шеек валиков о вкладыши в этой системе сосунов имеют еще место и другие силы трения, а именно трение валиков о набивку, уплотняющую щели между ними и стенками сосунов, и трение валиков о верхнюю поверхность передвижных форматных стенок сосунов. Величина этих сил трения, зависящих от состояния трущихся поверхностей, не поддается точному учету, который усложняется еще тем, что в эти щели попадают частицы массы, вызывающие повышение сил трения. На основании своих наблюдений над машиной новейшей конструкции автор определил среднюю величину сил этого трения в 85 кг, как для сосунов низкого и среднего вакуума вместе, так и для сосуна высокого вакуума.

Таким образом, при системе сосунов по схеме III сила, которая должна быть приложена к сетке для преодоления всех сил трения, выражается в $S_{III} = 1,7 + 85 + 2 + 85 = 173,7$ кг.

Наибольшая сила для преодоления сил трения сетки о поверхность сосунов требуется, как видим, при оборудовании сосунов по системе Кауфманна (схема I, фиг. 4). Сила, необходимая для преодоления сил трения о вкладыши шеек грудного, регистровых и направляющих валиков, по сравнению с силами трения сетки о поверхность сосунов по этой системе очень незначительна.

Трение сетки о поверхность сосунов по системе Кауфманна имеет характер чистого скольжения. Силы этого трения могут быть уменьшены или понижением коэффициента трения или понижением вакуума при одновременном увеличении поверхности сосунов. Получение одинакового эффекта обезвоживания на одной и той же машине сосунами по схемам I и II (фиг. 4) подтверждает теоретический вывод большей выгодности работы с сосунами большой поверхности и меньшего вакуума.

На основании вышеприведенных теоретических подсчетов можно определить мощность, необходимую для преодоления сеткой всех сопротивлений при разных системах сосунов. Для упрощения расчета принято, что за гауч-прессом напряжение сетки равно нулю. На самом же деле сетка для сохранения правильности движения, напряжена и за гаучем. Однако, в виду сравнительной незначительности этого напряжения им можно пренебречь.

Скорость движения сетки принята в 200 метров в минуту. Потребная мощность выражается при оборудовании сосунов по

$$\text{схеме I} - N_I = \frac{S \cdot v}{75} = \frac{(25,6 + 950) \cdot 200}{75 \cdot 60} = 43 \text{ лш. сил.}$$

$$\text{схеме II} - N_{II} = \frac{S \cdot v}{75} = \frac{(25,6 + 740) \cdot 200}{75 \cdot 60} = 34 \text{ лш. сил.}$$

$$\text{схеме III} - N_{III} = \frac{S \cdot v}{75} = \frac{(25,6 + 173,7) \cdot 200}{75 \cdot 60} = 9 \text{ лш. сил.}$$

Оборудование сосунов по схеме II и III, помимо преимуществ медленного и равномерного обезвоживания, требует меньшего напряжения сетки и, следовательно, обуславливает меньший износ ее. Опыты показали, что продолжительность работы сетки при оборудовании сосунов по схеме II увеличилась по сравнению со схемой I на 50%, а при оборудовании по схеме III в 5 раз.

Для лучшего освещения выводов из своих наблюдений и исследований автор считает целесообразным описать новую конструкцию сеточной части современной машины для выработки газетных бумаг. Эта новая конструкция сеточной части была выработана на основании опытов над сеточной частью машины, построенной в 1922 году заводом Фойта, и в сравнении с последней отличается значительными усовершенствованиями.

В этой новой конструкции масса попадает в так называемый напускной ящик высокого давления (патент Фойта и Венцеля), в котором вплотную к выходной щели прилегает один или несколько вращающихся полых валиков (фиг. 3). Валики эти по всей наружной поверхности продырявлены, и масса, раньше чем попасть на сетку, должна предварительно пройти через эти валики. Этим достигается выполнение первого необходимого условия образования хорошего листа—равномерное перемешивание массы.

Равномерность бумажного полотна по всей ширине и регулирование количества массы, поступающей на сетку, достигается напускным ящиком высокого давления. Последний заменяет высокую линейку, применявшуюся до сих пор у быстроходных машин. Скорость (v) истечения массы зависит от высоты (h) жидкости в ящике и определяется формулой $v = a \cdot 2 \sqrt{gh}$ ($g = 9,81$).

Коэффициентом «а» определяется скорость поступления массы на сетку, при данных условиях работы наиболее благоприятная для образования хорошего бумажного листа. Величина коэффициента «а» по наблюдениям автора колеблется от 0,3 до 0,9 и зависит от многих факторов, главным образом от рода бумажной массы, процентного содержания в композиции древесной массы и целлюлозы, степени размола, разжижения и способности обезвоживания массы в первой половине сеточной части. Точное определение зависимости величины коэффициента «а» от всех этих факторов является очень благодарной задачей для исследований.

С целью понижения у быстроходных машин отсасывающего действия грудного и первых регистровых валов и вызываемого им стремительного