

# Безопасность картонного производства

С.Ф. Пилипенко, ПАО «Киевский КБК», г. Обухов

*Бумага и картон так прочно вошли в жизнь каждого из нас, что мы не задумываемся об их происхождении, тем более о сырье для их производства, технологиях и оборудовании для изготовления. Это, как правило, парадигма специалистов. Вместе с тем, практически каждый день встречаясь с упаковкой любой продукции, мы в большинстве случаев (на некоторых рынках до 40 %) сталкиваемся с упаковкой из бумаги, картона и гофрокартона. При этом совсем не обращаем внимание на безопасность такой упаковки — стереотип нашего мышления подсказывает, что эти упаковочные материалы, как и отходы упаковки из них, безопасны по своей природе, ведь изготавливаются они из природного, к тому же возобновляемого сырья — древесины.*

*В последнее время в ряде стран приняты законопроекты относительно запрета полимерных пакетов и замены их на пакеты из бумаги. Такие шаги не всегда оправданы, тем более что имеются исследования [1], которые показывают, что не во всех случаях упаковка из бумаги (в сравнении с упаковкой полимерной) и тем более производство бумаги и картона так безопасны, как мы об этом думаем. Все это послужило основой для того, чтобы более детально рассмотреть проблемы безопасности картонного производства, включая нынешние технические и организационные возможности для их решения.*

## Общая схема производства

В качестве примера воспользуемся производством бумаги, картона и гофрокартона в ПАО «Киевский КБК». На комбинате картон изготавливают на двух картоноделательных машинах (КДМ) обрезной шириной 4200 мм и производительностью по 100 тыс. т в год каждая (рис. 1). Это оборудование дает возможность производить широкий ассортимент упаковочного и тарного картона массой 1 м<sup>2</sup> от 100 до 510 г (рис. 2). Основным сырьем для производства картона является макулатура. Для производства картона с определенными показателями используется также беленая и небеленая целлюлоза. Картон хром-эрзац макулатурный используется для изготовления потребительской упаковки с много-

цветной печатью для промышленной продукции, табачных изделий, пищевых продуктов, а также для изготовления товаров детского ассортимента (игрушки, кубики, книжки) (рис. 3). Верхний слой такого картона изготавливается из белой целлюлозы, остальные — из макулатуры. В зависимости от способа нанесения печати картон изготавливается мелованным и немелованным. Также изготавливается картон макулатурный (мелованный и немелованный), композиция которого на 100 % состоит из макулатуры (с 01.07.2012 г. введены в действие новые технические условия «Картон для сложивочного пакования», в которых объединены требования к макулатурному картону и картону хром-эрзац) [2].

Завод для изготовления гофрокартона и упаковки из него в ПАО «Киевский КБК» введен в эксплуатацию в 2002 г. Его общая производительность — 300 млн. м<sup>2</sup> продукции в год. В ассортименте производства 3-слойный гофрокартон с профилем Е, В, С и 5-слойный с профилем Е/В, Е/С, В/С. Из этого гофрокартона изготавливается тара: ящики 4-клапанные, в том числе с просечными элементами; ящики с перфорацией, которые преобразуются в шоу-боксы; изделия со сложной конфигурацией (лотки, поддоны, треи); комплектующие к гофротаре (решетки, прокладки, обечайки, вкладыши).

Для изготовления гофрокартона используется сырье собственного производства (картон для плоских слоев



Рис. 1.



Рис. 2.



и бумага для гофрирования), а также импортируемое сырье из небеленой целлюлозы.

Общая схема производства картона для упаковки состоит из процессов: подготовки макулатурной массы, подготовки целлюлозы, приготовления и подачи химикатов и вспомогательных веществ, системы водопользования, очистки сточных вод, переработки и утилизации отходов.

Процесс подготовки макулатурной массы включает в себя: роспуск, грубую очистку, грубое сортирование, тонкую очистку, тонкое сортирование, диспергирование, сгущение, раз-мол. Далее масса поступает в картоноделательный цех на КДМ. В 2006 г. на потоке КДМ № 1 было установлено оборудование для подготовки макулатурной массы фирмы VOITH производительностью: по подслою — 100 т/сут, по среднему и нижнему слою — 200 т/сут. Коэффициент использования макулатуры на картонном производстве: 1,18—1,20.

### Характерные опасности производства

В процессе производства картона, согласно нормативным документам [3, 4], возможно воздействие на персонал следующих опасных и вредных производственных факторов:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочих местах и в цехе;
- повышенный уровень вибрации на рабочих местах;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная температура поверхностей оборудования;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- статическое электричество;
- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;
- острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.

В производстве картона используются химические реагенты, воздействие некоторых из них на организм человека приводит к раздражающему эффекту. Проникают они в организм человека, как правило, через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки.

Уровень опасных и вредных веществ в производственных помещениях и на рабочих местах персонала, обслуживающего оборудование, не должен превышать предельно допустимых значений, предусмотренных действующими нормами проектирования промышленных предприятий, утвержденными органами государственного надзора.

### Выбросы в атмосферу

Контроль за соблюдением утвержденных предельно допустимых концентраций выбросов вредных веществ в атмосферу проводится на комбинате в соответствии со стандартами [5—7]. Выбросы в атмосферу в технологическом процессе очистки и сортирования макулатурной массы отсутствуют. Источником образования выброса № 45 является меловальная установка. Излишки меловальной пасты выводятся вентилятором и улавливаются в нестандартном циклоне. Основное вещество в выбросах — пыль алюмосиликатов (4 класс опасности), это аэрозоль преимущественно фиброгенного действия. Количество выбросов около 40—42 мг/м<sup>3</sup> (норма 50 мг/м<sup>3</sup>).

Источником образования выброса № 47 является участок приготовления крахмального клея. Очистка воздуха от пыли крахмала, поступающей в окружающую среду в процессе загрузки крахмала, производится установкой для очистки газа (группа 3) с помощью промышленных патронных фильтров с пневматической системой очистки. Основное вещество в выбросах — пыль крахмала (4 класс опасности) в виде аэрозоля преимущественно фиброгенного воздействия. Количество выбросов около 12 мг/м<sup>3</sup> (норма 150 мг/м<sup>3</sup>).

Источником образования выброса № 35 является продольно-резательный станок и листорезательная машина Pasabun. При изготовлении листового картона образуется бумажная пыль, которая вместе с обрезными кромками

картона отводится от станков вентилятором в циклон, где бумажная пыль улавливается и в виде волокнистой массы возвращается в поток массы на переработку, а очищенный воздух выбрасывается в атмосферу. Основное вещество в выбросах — бумажная пыль (4 класс опасности) в виде аэрозоля преимущественно фиброгенного воздействия. Количество выбросов 40—42 мг/м<sup>3</sup> (норма 50 мг/м<sup>3</sup>).

Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух в виде суспендированных твердых частичек (пыль) по картонному производству не превышают предельно допустимых концентраций, установленных Разрешением на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу [8].

### Сточные воды

В технологическом процессе производства картона максимально используется оборотная вода, а производственная канализация комбината делится на два вида:

- канализация сильнозагрязненных стоков;
- канализация слабозагрязненных стоков.

Сильнозагрязненные стоки с размольно-подготовительного цеха (РПЦ), меловальной установки и химического участка картоноделательного цеха (КДЦ) поступают в камеру сильнозагрязненных стоков и далее перекачиваются на канализационные очистные сооружения (КОС). Массовая концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на КОС, не более



Рис. 3.



Таблица 1.

Характеристика сточных вод картонного производства

Характеристика	Единица измерения	Поступающая вода		Очищенная вода	
		Норма	Среднее значение	Норма	Среднее значение
Температура	°С	Не выше 40	27,3		21,3
pH		6,5–8,5	7,17	6,5–8,5	7,69
ХПК		657,1	965,5	80,0	78,1
БПК-5		333,5	432,4	7,1	6,53
БПК-п		Не норм.	452,0	Не норм.	7,04
Взвешенные вещества		2 386,5	1 455,4	7,6	7,21
Взвешенные минеральные вещества		Не норм.	496,9	—	—
Аммонийный азот	мг/дм <sup>3</sup>	3,9	3,33	0,97	0,88
Нитриты		0,1	Отс.	0,2	0,18
Нитраты		3,0	1,95	14,6	6,63
Фосфаты		0,27	Отс.	0,32	0,28
Сухой остаток		Не норм.	1 690	1 000	868
Минеральная часть сухого остатка		Не норм.	386	Не норм.	332
Хлориды		37,3	57,7	75,1	72,9
Железо общее		0,1	0,44	0,1	0,092
Сульфаты		257,3	77,8	154,0	55,6
Медь		0,02	0,0064	0,001	0,00095
Хром	мг/дм <sup>3</sup>	0,063	Отс.	0,005	Отс.
АПАР		0,07	1,07	0,1	0,095
Нефтепродукты		0,1	0,69	0,1	0,0059



Рис. 4.

2,38 г/дм<sup>3</sup>, концентрация ионов водорода 6,5–8,5 ед. pH.

В результате комплексной очистки (механической и биологической) сильнозагрязненных стоков на КОС образуется осадок, который вывозится на полигон производственных отходов.

Стоки с КДМ и перелив из бассейна повторно используемой воды поступают на локальные очистные сооружения (ЛОС) в приемную камеру и из нее перекачиваются на радиальные отстойники картонного производства (рис. 4). Отстоявшаяся вода из отстойников поступает в установку осветленной воды (массовая концентрация взвешенных веществ — не более 0,20 г/дм<sup>3</sup>), откуда подается в бассейны осветленной воды РПЦ-I и РПЦ-II и используется на нужды производства (табл. 1). Количество загрязняющих веществ в очищенных сточных водах намного ниже нормы предельно допустимого сброса, установленной комбинату Разрешением на спецводопользование [9].

Образовавшийся скоп из отстойников поступает в камеру скопа. Из камеры скопа существует возможность возврата части скопа в гидроразбиватели среднего и нижнего слоев. Основная часть скопа по трубопроводам подается на приемные лотки обез-

воживания. Во время прохождения через решетку приемного лотка скоп освобождается от грубых механических включений, которые собираются в контейнере грубых отходов и, по мере заполнения, вывозятся на районный полигон бытовых отходов.

Очищенный от грубых механических включений скоп собирается в бассейнах. Из бассейнов он поступает на установку ROTAMAT, где отделяется от воды. Обезвоженный скоп (влажность 60–65 %) транспортируется по лотку на конвейер, а затем по наклонному ленточному транспортеру — в бункер обезвоженного скопа. Обезвоженный скоп вывозится автосамосвалами на полигон производственных отходов.

Удельный расход сточных вод с картонного производства составляет 25–27 м<sup>3</sup>/т. Концентрация взвешенных веществ — 1,5–1,8 г/л. Потери взвешенных веществ со сточной водой по абсолютно сухому волокну (а.с.в.) составляют 760–780 т, или 4,8–6,5 % от выпуска продукции.

### Отходы картонного производства

В сфере обращения с отходами основными задачами являются минимизация объемов их образования; про-

ведение мероприятий по сбору, учету, хранению, утилизации, захоронению отходов на полигонах; предупреждение негативного влияния отходов на окружающую среду и здоровье человека.

Правовой основой по обращению с отходами являются действующие законодательные и нормативные акты по вопросам охраны окружающей природной среды:

- законы Украины «Об охране окружающей природной среды» и «Об отходах»;
- Государственные санитарные правила и нормы № 2.2.7.029-99 «Гигиенические требования относительно поведения с промышленными отходами и определение класса их безопасности для здоровья населения»;
- Постановление Кабинета Министров Украины № 2034 «Об утверждении Порядка ведения государственного учета и паспортизации отходов»;
- ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»;
- Приказ Министерства охраны окружающей природной среды Украины от 07.07.2008 г. № 342 «Об утверждении типовой формы



первичной учетной документации № 1-ВТ «Учет отходов и упаковочных материалов и тары»;

- инструкция по заполнению типовой формы первичной учетной документации № 1-ВТ «Учет отходов и упаковочных материалов и тары».

Перечень и количество отходов, образующихся в производстве картона и разрешенных для размещения и утилизации, определены в разрешении и лимитах на образование и размещение отходов, получаемых в Госуправлении охраны окружающей природной среды ежегодно.

В процессе производства картона образуются следующие виды отходов:

- отходы бумажной, картонной, гофрокартонной продукции, бракованная продукция;
- отходы от роспуска макулатуры, очистки макулатурной массы (отходы РПЦ);
- отходы очистки сточных вод (осадок сточных вод ЛОС и КОС);
- отходы полиэтиленовой пленки;
- смешанные производственные отходы (невозвратная тара);
- твердые бытовые отходы;
- строительные отходы от ремонта и реконструкции зданий и сооружений.

Эти отходы в зависимости от их вида подлежат:

- сбору;
- своевременному удалению с производственных участков;
- хранению в специально отведенных местах;
- утилизации на производстве;
- передаче сторонним организациям для утилизации или захоронения;
- перевозке на полигоны производственных отходов;
- захоронению на полигонах производственных отходов.

Часть отходов 4 класса опасности подлежит размещению на полигонах отходов: от роспуска макулатуры, очистки макулатурной массы и очистки сточных вод — на полигонах производственных отходов комбината. Остальные отходы подлежат либо утилизации на комбинате, либо передаче для утилизации на основании договоров другим организациям, имеющим соответствующие лицензии и разрешения в сфере обращения с отходами. Размещение их на полигонах отходов запрещено.

На полигоны производственных отходов комбината вывозятся отходы, не подлежащие дальнейшей обработке или утилизации:

- отходы от роспуска макулатуры, очистки макулатурной массы картонного производства, образующиеся в РПЦ (отходы РПЦ);
- отходы очистки сточных вод производства картона и бумаги (скоп), которые образуются на ЛОС и КОС;
- отходы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод с избыточным активным илом, которые образуются на КОС.

Прием отходов на полигонах комбината и эксплуатация полигонов проводятся в соответствии с инструкциями по эксплуатации полигонов отходов. Данные о количестве принятых на полигоны отходов ежедневно вносятся ответственным исполнителем — начальником полигонов производственных отходов — в соответствующие журналы.

Отходы бумажной, картонной, гофрокартонной продукции, бракованная продукция перерабатываются в

**Таблица 2.**  
**Количество отходов\* РПЦ картонного производства**

Год	Количество, а.с.в., т	
	За год	В среднем за месяц
2008	6 058,7	504,9
2009	5 587,3	465,6
2010	7 932,8	661,1
2011	6 209,9	517,0

*\* Состав отходов: волокнистая масса 30–40 %; пленки 60–70 %; минеральная составляющая 20–30 %. Зольность отходов 35–40 %. По заключению органов СЭС МОЗ Украины, отходы РПЦ КП относятся к 4 классу (малоопасные)*

гидроразбивателях цехов или собираются в отведенных местах и вывозятся автомашинами через весовую в склады сырья для дальнейшей утилизации. Эти виды отходов подлежат сбору в контейнеры, расположенные в непосредственной близости от мест образования отходов, которые обеспечены свободным подъездом для вывоза к местам переработки.

Отходы картонного производства (4 класс опасности) могут быть использованы как материал для планирования территорий, при строительстве дорог, в производстве асфальтовых покрытий, в строительстве в виде стройматериалов с использованием скопа как изолирующего слоя при захоронении бытовых отходов (табл. 2).

### Контроль безопасности

На комбинате действует интегрированная система менеджмента качества и менеджмента окружающей среды в соответствии с ISO 9001:2008, ISO 14001:2006, имеются соответствующие сертификаты.

Измерительная лаборатория отдела контроля качества продукции, санитарно-промышленная лаборатория и лаборатория цеха водопользования и очистных сооружений аттестованы в соответствии с «Правилами уполномоченной та атестації у державній метрологічній системі», утвержденными Приказом Госпотребстандарта Украины № 71 от 29.03.2005 г., зарегистрированными в Минюсте Украины 13.04.2005 г. под № 392110672, в соответствии с заявленными областями аттестации.





Рис. 5.

Гигиенические критерии, критерии оценки качества и безопасности, методы определения изложены в ДСанПиН 4.4.3-134-2006. Определяются бактериологические показатели: общее микробное число, наличие кишечной палочки и сальмонеллы (в норме).

В соответствии с договорами с органами Государственной санитарно-эпидемиологической службы МОЗ Украины согласно СанПиН 42-123-4240-86, производится определение допустимых количеств миграции химических веществ, выделяющихся из полимерных и других материалов, контактирующих с пищевыми продуктами, в том числе тяжелых металлов и формальдегида (в норме).

В соответствии с «Положением о радиационном контроле картонно-бумажной продукции», утвержденном МОЗ Украины в 1995 г., проводится измерение радионуклидов в картонно-бумажной продукции и макулатуре, поступающей в производство.

Суммарная удельная активность радионуклидов в готовой продукции картонного производства составляет 50–60 Бк/кг (норма — не более 370 Бк/кг).

При определении количества взвешенных веществ, концентраций, pH и других контролируемых параметров применяются различные методики, позволяющие давать объективную картину.

Используются различные весы, спектрофотометры RD 2000, ФЭК-3, ионометры И-160, гамма-спектрометр типа СЕГ-0,5, бета-спектрометр типа СЕБ-01-70, сушильные шкафы, муфель, автоклав ГК-100, термостаты ТХ-80. Аналитическое оборудование на комбинате практически отсутствует.

### Безопасность макулатуры

Поскольку в производстве бумаги, картона и гофрокартона используется макулатура (вторичное сырье), важно регламентировать как ее качество, так и количество (рис. 5). При этом массовая доля примесей макулатуры различных марок, в соответствии со стандартом [10], должна быть не более:

- для марки МС-2А — 5 % марки МС-7Б;
- для марки МС-7Б — 5 % марок МС-8В, МС-13В;
- для марки МС-4А — 10 % марки МС-5Б.

По согласованию с потребителем допускается использование примеси макулатуры более высоких марок с массовой долей не более 10 %.

Макулатура, кроме марки МС-11В, не должна содержать фибру, мешки из-под сажи, проклеенные термопластическим клеем корешки книг, влагонепрочные отходы бумаги и картона, непригодные для потребления как волокнистый материал, покрытые полиэтиленом и другими полимерными пленками, лаками, смолами, тканью, фольгой, парафинированные, битумированные, промасленные, гуммированные, металлизированные, пропитанные химическими веществами, с сургучом, наждачные, прелые и горелые. При этом массовая доля загрязнений макулатуры должна быть:

- для макулатуры группы А — не более 0,5 %;
- для макулатуры группы Б — не более 1,0 %;
- для макулатуры группы В — не более 1,5 %.

Влажность макулатуры всех групп должна быть не более 15,0 %. Массу партии определяют исходя из влажности макулатуры 12,0 %.

Таким образом, несмотря на потенциальные экологические опасности в производстве бумаги, картона и гофрокартона на всех этапах их производства и применения, существующие технологии и оборудование при рациональных и оптимальных режимах их использования и соблюдения всех норм и правил безопасности дают возможность снизить до минимума отрицательное влияние на экологию окружающей среды и здоровье населения.

### Литература

1. Кривошей В.Н. Экология бумажного и полимерного пакета // Упаковка. — 2011. — № 3. — С. 41–44.
2. Картон для споживчого пакування. Технічні умови. — ТУ У 21.1-05509659-031:2012. Чинні від 27.03.2012 р.
3. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. — ГОСТ 12.0.003-74.
4. Санітарно-гігієнічні характеристики умов праці. — ГКП № 4137-86.
5. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. — ГОСТ 17.2.3.02-78.
6. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць. — ДСП 201-97.
7. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. — Часть I и часть II: ОНД — 90.
8. Дозвіл № 3223110100-67 на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами від 09.09.2011 р.
9. Дозвіл на спеціальне водокористування № 262/332 від 18.12.2009 р.
10. Макулатура паперова і картонна. Технічні умови. — ДСТУ 3500-97. Чинні від 1998-01-01. ✓

### Безпека картонного виробництва

С.Ф. Пилипенко

У статті на прикладі виготовлення картону типу хром-ерзац макулатурний показана загальна схема виробництва, наведено характеристики небезпеки виробництва, викиди у атмосферу, стічні води і відходи. Незважаючи на потенційну екологічну небезпеку у виробництві картону, існуючі технології і обладнання за умов їхнього використання в раціональному та оптимальному режимі, а також додержання всіх норм і правил безпеки дають можливість скоротити до мінімуму негативний вплив на екологію та здоров'я населення.

**Ключові слова:** картонне пакування; макулатура; стічні води; викиди в атмосферу; відходи виробництва; безпека виробництва.

### Security of paperboard production

S.F. Pylypenko

In article on an example of manufacturing of a cardboard such as recycled chromo board the common circuit of manufacture is shown, the characteristics of danger of manufacture, emissions in an atmosphere, waste water, sludge and reject are given. Despite of potential ecological dangers in manufacture of a cardboard the existing technologies and equipment at rational and optimum modes of their use both observance of all norms and rules of safety enable to reduce up to a minimum negative influence to ecology and health of the population.

**Key words:** cardboard packaging; waste paper; pollutant emissions; sludge; reject; waste water; industrial safety.