

# Меламин в России

## Экономические аспекты выбора технологии

**Текст:** Г.Н. Печникова, ОАО «Научно-исследовательский и проектный институт карбамида и продуктов органического синтеза»



Опасный, токсичный, ужасный, загадочный меламин, о котором в последнее время чего только не говорят, на самом деле белый и пушистый порошок. И совсем не такой токсичный и страшный, как его описывают.



**М**еламин (2,4,6-триамино-1,3,5-триазин), он же тример цианамид, он же триамид циануровой кислоты, он же аминокислотное производное симметричного триазина — относится к классу циклических цианамидов.

Циклические цианамиды — меламин, циануровая кислота, мелем и другие — обладают комплексом ценных свойств, обусловленных их структурой.

К ценным свойствам циклических цианамидов относятся теплостойкость, светостойкость, химическая стойкость и способность образовывать полифункциональные реакционноспособные химические соединения. Благодаря этим качествам данные соединения являются ценным сырьем для получения различных полимерных материалов.

Среди них меламин — наиболее крупнотоннажный и наиболее востребованный. Именно он придает ламинатам, мебели, плитам, кра-

скам пожаробезопасность, водостойкость, стойкость к истиранию.

### Из истории вопроса

В конце 1930-х гг. в США и Германии, а позднее и в Японии, были пущены первые промышленные установки получения меламинна из дициандиамида. Реакцию осуществляли при высоких температурах и давлениях в жидком аммиаке или в растворе аммиака в этаноле.

В конце 30-х годов компанией SKW TROSTBERG была пущена первая промышленная установка получения меламинна из дициандиамида с применением цианамидка кальция в качестве исходного материала.

Этот метод производства меламинна широко развивался в течение 30 лет до разработки синтеза меламинна из карбамида.

На установке Stickstoffwerke Piesteritz в Германии, процесс проводили, суспендируя дициандиамид в жидком аммиаке в периодических реакторах с мешалками.

В России промышленное производство меламинна из дициандиамида впервые было создано в 1941 г. на Чернореченском химзаводе в Дзержинске.

С 1954 г. в Дзержинском филиале ГИАП (ныне ОАО «НИИК»), разрабатывался непрерывный процесс синтеза меламинна из дициандиамида. Результаты позволили спроектировать и построить промышленную установку меламинна мощностью 6000 т/год. Эта первая в мире установка непрерывного синтеза меламинна из дициандиамида была построена в Кировакане (ныне Ванадзор), Армения, пущена в 1962 г. и успешно работала более 20 лет.

С 1955 по 1964 гг. дициандиамидный метод являлся преимущественным в промышленном синтезе меламинна.

С конца 1960-х гг. начал активно развиваться способ синтеза меламинна пиролизом карбамида как наиболее экономичный и эффективный,

и к 1980-м гг. промышленное получение меламина из дициандиамида было практически прекращено. Развитие получили два варианта процесса пиролиза карбамида, получившие в дальнейшем промышленное воплощение: при низком давлении (LP) в присутствии катализатора и при высоком давлении (HP) в отсутствие катализатора.

Исследования привели к созданию промышленных установок по производству меламина из карбамида. В основе процессов получения меламина на этих установках лежит пиролиз карбамида при 350-450°C и давлении 5-40 МПа или в присутствии катализаторов при такой же температуре и давлении 0,1-1 МПа.

Все эти процессы с последующими усовершенствованиями составляют технологическую основу нынешнего мирового производства меламина.

В 1970-80-е гг. общей тенденцией развития способов получения меламина из карбамида было преобладание каталитических процессов LP (DSM, Chemie Linz, BASF) над некаталитическими процессами HP (Montedison, Nissin Chemical).

До 1990-х гг. более 75% мировых мощностей по производству меламина использовали процессы низкого давления.

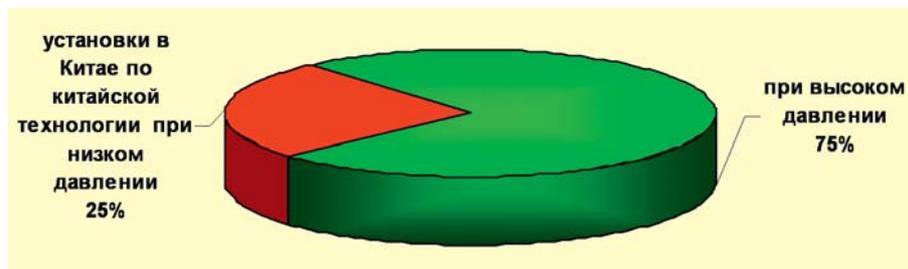
В 1990-е гг. эта тенденция стала изменяться на противоположную.

Начало этому процессу положило патентование нового способа получения меламина из карбамида при высоком давлении фирмой Melamine Chemicals (США) в 1980-90-х гг.

Продажа в 1997 г. прав на этот процесс фирме DSM и его последующее освоение на промышленной установке DSM, разработка и освоение сходного процесса фирмой Agrolinz, а также широкое тиражирование фирмой Eurotesnica процесса, приобретенного в 1970-е гг. у Allied Chemical привели к существенному увеличению доли установок, использующих процессы высокого давления, в суммарной мировой мощностях.

В России работы по созданию процесса получения меламина из карбамида при высоком давлении были начаты в Дзержинском ГИАПе в 1959 г. Завершение разработки собственной технологии и строительство полупромышленной установки в Дзержинске были прекращены в связи с решением правительства СССР о приобретении у фирмы Montedison лицензии и комплектного оборудование установки

### Доля различных технологий в приросте мировых мощностей установок меламина (с 2000 года)



### Принципиальная схема интеграции производства меламина и карбамида



для производства 10000 т/год меламина на Кироваканском химзаводе.

В дальнейшем работы в России были посвящены совершенствованию и доработке этой технологии. Результатом стало строительство второго цеха в Кировакане с более совершенными технологическими решениями и новой конструкцией реактора.

### Экономические аспекты выбора технологии производства карбамида

Попробуем оценить и сравнить эти две технологии.

Важным моментом при сравнении технологий является интеграция производств меламина и карбамида.

Для получения 1 моля меламина необходимо 6 молей карбамида. Продуктами реакции получения 1 моля меламина являются 3 моля CO<sub>2</sub> и 6 молей аммиака — готовое сырье для получения 3 молей карбамида. Таким образом, логичным является стремление к интеграции произ-

водств меламина и карбамида. Это позволяет снизить чистое потребление карбамида до ~1,5 т/т меламина.

В процессах LP отходящие газы получаются в виде слабых растворов карбамата. Подача их в установку карбамида приводит к очень значительному снижению производительности реактора карбамида. Компенсация этого влияния весьма и весьма затратна энергетически и инвестиционно. В ряде случаев переработка отходящих газов из процесса LP может быть настолько затратной, что предпочтительной может быть их переработка в сульфат аммония.

Отмеченные выше сложности не относятся к процессам производства меламина HP. Отходящие газы при среднем давлении могут быть сконденсированы в виде высококонцентрированного раствора карбамата, который направляется на установку карбамида при незначительных изменениях в ее технологии.

Решая вопросы: строить ли меламин, какой должна быть технология? — инвестор думает не о красоте технических решений, а прежде всего об эффективности инвестиций.

Как выбор технологии влияет на эффективность инвестиций, на прибыль инвестора?

Прибыльность продаж меламина, произведенного по той или иной технологии, определяется целым рядом факторов. Это и потенциальный объемы рынка (сбыта) меламина и его себестоимость, и размер

### Факторы, определяющие эффективность проекта





капитальных затрат, необходимых для реализации проекта.

На прибыль от реализации меламина влияет также и качество получаемого продукта.

В обиходе чаще всего фигурируют названия «европейский» (хороший, но дорогой) и «китайский» (дешевый, но плохой) меламин. На самом деле все не так.

В Китае производится меламин нескольких спецификаций, в том числе и очень высокого качества. Откуда же берется «плохой» меламин и как влияет технология на качество?

Сравним качество меламина, произведенного при работе агрегата в установившемся режиме. Объем-

но содержание железа зависит не от процесса, а зависит от качества оформления процесса (выбор материалов, тщательность изготовления оборудования и деталей установки и др.). Содержание основного вещества одинаково и удовлетворяет требованиям любых потребителей.

В процессе с низким давлением получается более мелкодисперсный продукт. Такое требование к качеству могут предъявить изготовители высококачественных специальных ЛКМ, но их доля в потреблении не превышает 0,1%. Других потребителей дисперсность 80-100 мк более чем устраивает. Так откуда же берется «плохой» меламин?

В технологии получения меламина под низким давлением есть одна особенность: достаточно длинный пусковой период, в течение которого получается продукт переходного (пускового) качества. Качество меламина в этом процессе уязвимо также и при отклонениях режима и изменении нагрузки. Такой продукт можно либо продавать по более низкой цене, либо затратить средства на строительство установки по переработке и доочистке этого меламина.

Еще одна интересная составляющая в себестоимости — это амортизация. Следует отметить, что в себестоимости меламина это очень существенная статья (20-30%), так как удельные капиталовложения существенно выше, чем, например, в производстве карбамида или аммиака.

Сравнивая технологии в этой части, имеем картину, сходную с затратами энергии. Если сравнивать только в границах установки меламина, то удельные капитальные затраты примерно равны (и амортизация, соответственно, тоже).

#### Качество получаемого меламина

Процесс	Зольность	Fe, цветность	Дисперсность, мк	Содержание осн. вещ-ва	Устойчивость к внеш. возд.
НР	+	+/-	-(80÷100)	99,8-99,9	+
ЛР	-	+/-	+(25÷50)	99,8-99,9	-

Условные обозначения:

НР — процесс под высоким давлением

ЛР — процесс под низким давлением в присутствии катализатора

«+» — достоинство, «-» — недостаток

Затраты на привязку к установке карбамида процесса производства меламина при низком давлении (LP) многократно выше.

И все же основной фактор, влияющий на прибыль — это полная себестоимость меламина. Затраты на сырье — наиболее существенная статья в себестоимости меламина, доля которой составляет около 40% — определяется стехиометрией реакции превращения карбамида в меламин и практически не зависит от способа осуществления этой реакции. Затраты на энергию, на первый взгляд, существенно ниже для процесса производства меламина при низком давлении. Лицензиары оперируют этим преимуществом в границах установки меламина. Но есть еще необходимость подачи отходящих газов в установку карбамида как сырье (см. выше). Если учесть эти затраты, которые существенно выше для процесса LP, приходим к одинаковому уровню энергозатрат.

Говоря о строительстве меламина в России, первым задают вопрос относительно рынка: «А есть ли рынок в России?»

Совсем недавно было два диаметрально противоположных суждения:

— рынок есть (и давались оценки рынка в 150-180 тыс. т в год)

— рынка нет (и давались данные о потреблении 9-10 тыс. т в год)

Первое утверждение давали те, кто хотел убедить инвесторов: надо строить в России, второе — нынешние производители и продавцы меламина, для которых Россия — очень привлекательный рынок, который очень не хочется терять. Сегодня происходит постепенное сближение этих оценок. Потребность в меламине российских производителей к 2012 г. оценивается примерно в 65 тыс. т, к 2015 г. — уже в 75 тыс. т. При этом доля России в общем потреблении меламина в странах СНГ по разным данным составляет от 70% до 80%. Таким образом, уже к 2012 г. суммарная потребность в меламине стран СНГ с учетом России может превысить 80 тыс. т.

Кроме того, сегодня государство ведет активную политику в области развития лесопромышленного комплекса России. Это и повышение экспортных пошлин для необработанного круглого леса со снятием вывозных пошлин на продукцию глубокой переработки, и упразднение импорт-



Прямые затраты в себестоимости в границах установки меламина			Дополнительные затраты при привязке к заводу карбамида	
Затраты в с/стоимости	HP	LP	HP	LP
Сырье	одинаковые		-	-
Энергия	выше в 2 раза	ниже	увеличение Δ	увеличение Δ+Δ+Δ+Δ
Амортизация	ниже	выше	увеличение Δ	увеличение Δ+Δ+Δ
Затраты на обслуживание	одинаковые		-	увеличение Δ

Кап.затраты	HP	LP
Индекс	2,8	2,5

Усл.обозначение: Δ – доп.затраты

↑ Возврат реакционных газов в технологию  
 ↓ Утилизация продувочных газов  
 ↓ Переработка меламина низкого качества

Затраты в с/стоимости	HP	LP
Сырье	одинаковые	
Энергия	одинаковые	
Амортизация	ниже	выше в 1,3 раза
Затраты на обслуживание	одинаковые	

Кап.затраты	HP	LP
Индекс	2,9-3,0	3,6-4,0

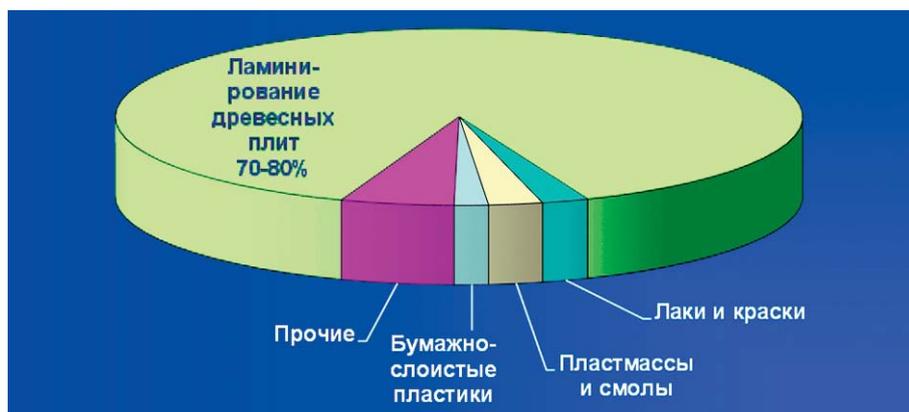
Объем установки меламина	HP	LP
	меньше	больше

ных пошлин на многие виды технологического оборудования, и, наконец, субсидирование приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов. Все это позволяет нам сделать вывод о том, что подотрасль лесопереработки будет развиваться быстрыми темпами, что совершенно естественно для России

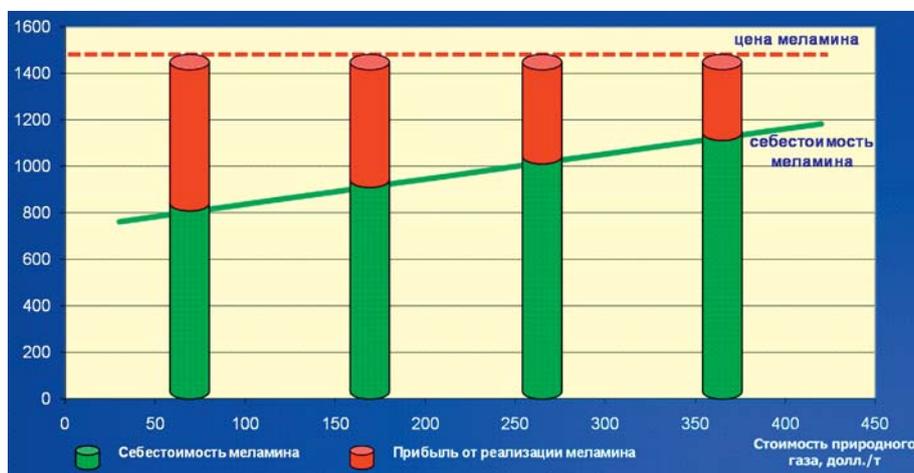
как одного из крупнейших мировых поставщиков продукции лесопромышленного комплекса.

Всложившихся рыночных условиях совершенно очевидно, что строительство компанией «Еврохим» в г. Невинномысске одного агрегата по производству меламина каталитическим способом не сможет удо-

### Структура направлений потребления меламина в России



### Зависимость прибыли от продаж меламина от стоимости природного газа



влетворить растущей потребности потребителей в этом продукте.

Рынок сбыта для российского меламин велик, а строящееся в Южном регионе производство будет удовлетворять потребности центральной и южных областей России. Между тем центрами деревообработки и деревопереработки являются регионы Северо-Запада, Урала и Сибири. Строительство производства меламин в этих регионах позволит приблизить производство меламин к районам его основного потребления. Кроме того, это исключит зависимость от одного производителя потенциальных потребителей меламин.

Кроме простой целесообразности строительства в России производства меламин сегодня имеется хорошая экономическая основа для этого.

Несмотря на все описанные выше особенности технологий, влияющие на прибыльность продаж меламин, себестоимость меламин в значительной степени определяется стоимостью основного

сырья, необходимого для его производства, а именно — аммиака и карбамида. Затраты на производство аммиака и карбамида, в свою очередь, определяется стоимостью природного газа.

Таким образом, наиболее актуальным на сегодняшний день представляется вопрос об изменении прибыльности продаж меламин с ростом стоимости природного газа как в России, так и за ее пределами.

Даже при существенном росте цена на природный газ влияние этого фактора на затраты на производство существенно ослабевает от аммиака к карбамиду и далее — к меламину.

Так, в себестоимости аммиака доля затрат на природный газ составляет более 50%, в себестоимости карбамида — 25-30%; меламин — около 10%.

При увеличении стоимости природного газа вдвое себестоимость карбамида на действующих в России производствах увеличится более чем на 30%; а себестоимость меламин — не более чем на 10%.

В то же время уже сегодня стоимость российского природного

газа для европейских потребителей в 5 раз превышает стоимость природного газа для потребителей в России. То есть уже сегодня себестоимость европейского меламин более чем на 30% выше, чем она была бы в России.

Кроме того, значительная часть европейских установок по производству меламин в скором времени будет выведена из эксплуатации ввиду истечения срока их службы. При этом эксперты прогнозируют постоянный рост мирового спроса на меламин, являющийся основным сырьем для получения меламиноформальдегидных смол, которые широко применяются в производстве различных изделий бытового и технического назначения.

Таким образом, с ростом спроса на меламин и сокращением европейских мощностей по его производству наиболее целесообразным представляется строительство новых установок по производству меламин в России.

В последнее время много говорилось об экспансии Китая в области производства меламин. Действительно, за последние 5 лет мощности по производству меламин в Китае выросли более чем на 480 тыс.т. Однако степень использования имеющихся мощностей не превышает 70-75%. Это обусловлено, главным образом, недостатком основных видов сырья для производства меламин: карбамида, аммиака и природного газа.

Строительство новых установок по производству меламин наиболее целесообразно в регионах, обладающих достаточным количеством сырьевых ресурсов и способных обеспечить европейских потребителей меламин продуктом высокого качества. Россия в данном случае представляется одной из наиболее удачных площадок для строительства установок по производству меламин агрегатов как в территориальном, так и в ресурсном смысле.

Географическое расположение, позволяющее обеспечить высококачественным меламином потребителей как Европы, так и Азии, относительно невысокая стоимость сырья и энергетики, и наконец, востребованность продукта на внутреннем рынке — все это говорит о целесообразности строительства в России новых агрегатов по производству меламин. 