

Усовершенствованная башня приллирования мощностью 2 000 т в сутки

А.Б. Беседин, Г.С. Баклан (ОАО «НИИК»)

В 1977 г. был принят ГОСТ на карбамид, который предполагает, в частности, получение не менее 50% фракции размером 2...4 мм. Выполнить его требования на работавших в то время башнях высотой ~40 м было затруднительно, в связи с чем было принято решение о строительстве высотных башен с высотой полета гранул свыше 70 м. Наметившиеся тенденции привели к тому, что при производительности 1 500 т/сут высота гранбашни достигла 100 м, высота полета гранул 85 м, диаметр башни 16 м, диаметр очистного устройства 24 м при высоте 18 м, площадь охладителя гранул (аппарат КС) 94,5 м². Эти башни зарекомендовали себя как надежные, простые в эксплуатации и позволяющие получать продукт высокого качества. Именно благодаря этим свойствам, а также меньшей стоимости, гранбашни успешно конкурируют с установками грануляции, которые начинают получать распространение.

Однако время не стоит на месте, и опыт реконструкции низких башен, в частности в ОАО «Газпром Нефтехим Салават», где высота полета гранул составляет 33...35 м, показал возможность получения продукта со значительно улучшенными товарными качествами, фактически соответствующими требованиям высшего сорта действующего ГОСТ 2081-2010 «Карбамид. Технические условия».

ОАО «НИИК» имеет большой опыт в проектировании и строительстве гранбашен. На основе этого опыта и анализа работы модернизированных низких башен проведена углубленная инженерная проработка по оценке возможности создания более «дешевой» башни для оснащения цехов мощностью 1 500...2 000 т в сутки.

Для выбора оптимальных параметров башни были проведены поверочные расчеты для получения зависимости размера гранул от высоты полета при различной температуре охлаждающего воздуха и сде-

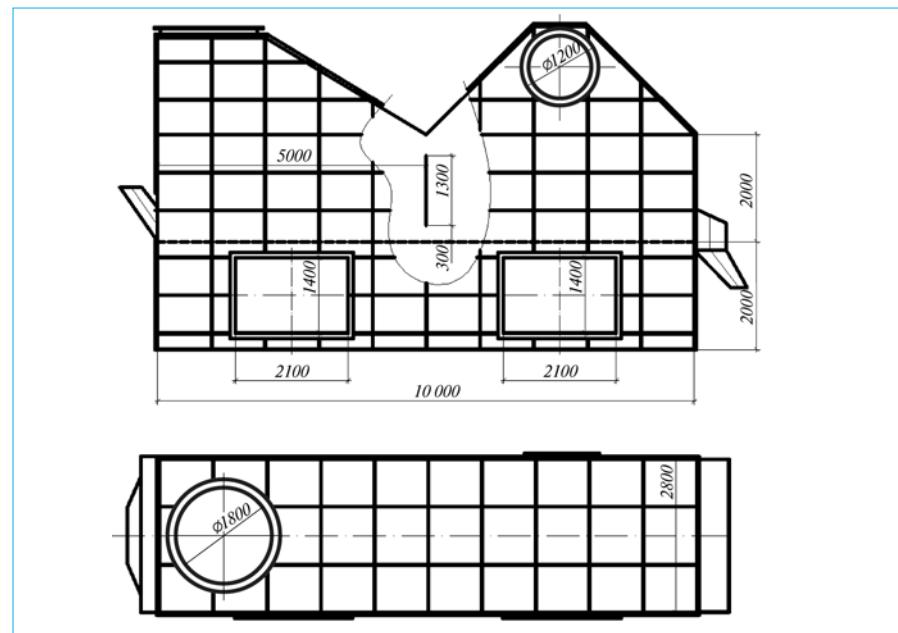


Рис. 1. Выносной аппарат «кипящего слоя»

лан анализ опыта эксплуатации различных башен с низкой высотой полета и падением гранул на твердое покрытие (без «кипящего слоя»). На основании полученных результатов можно сказать, что получение гранул необходимого качества при высоте полета гранул 50...55 м и с применением более экономичного выносного аппарата кипящего слоя («КС») достижимо.

По результатам теоретических расчетов и практического опыта разработаны основные технические решения, например, замена встро-

енного цилиндрического аппарата «КС» более эффективным выносным прямоугольным с поступательным движением охлаждаемых гранул (рис. 1).

При этом достигается следующее:

- энергозатраты снижаются практически в 2 раза, металлоемкость – в 2,5 раза;
- высота полета гранул увеличивается на 8–10%, общий перепад температур падающих гранул и охлаждающего воздуха – на 2...4°C;
- ликвидируется направляющий ко-

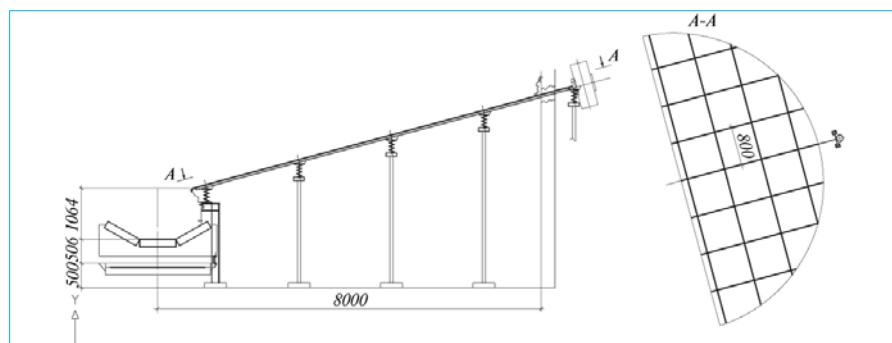


Рис. 2. Наклонный плоский вибропитатель с антиадгезионным покрытием и демпфирующей подложкой

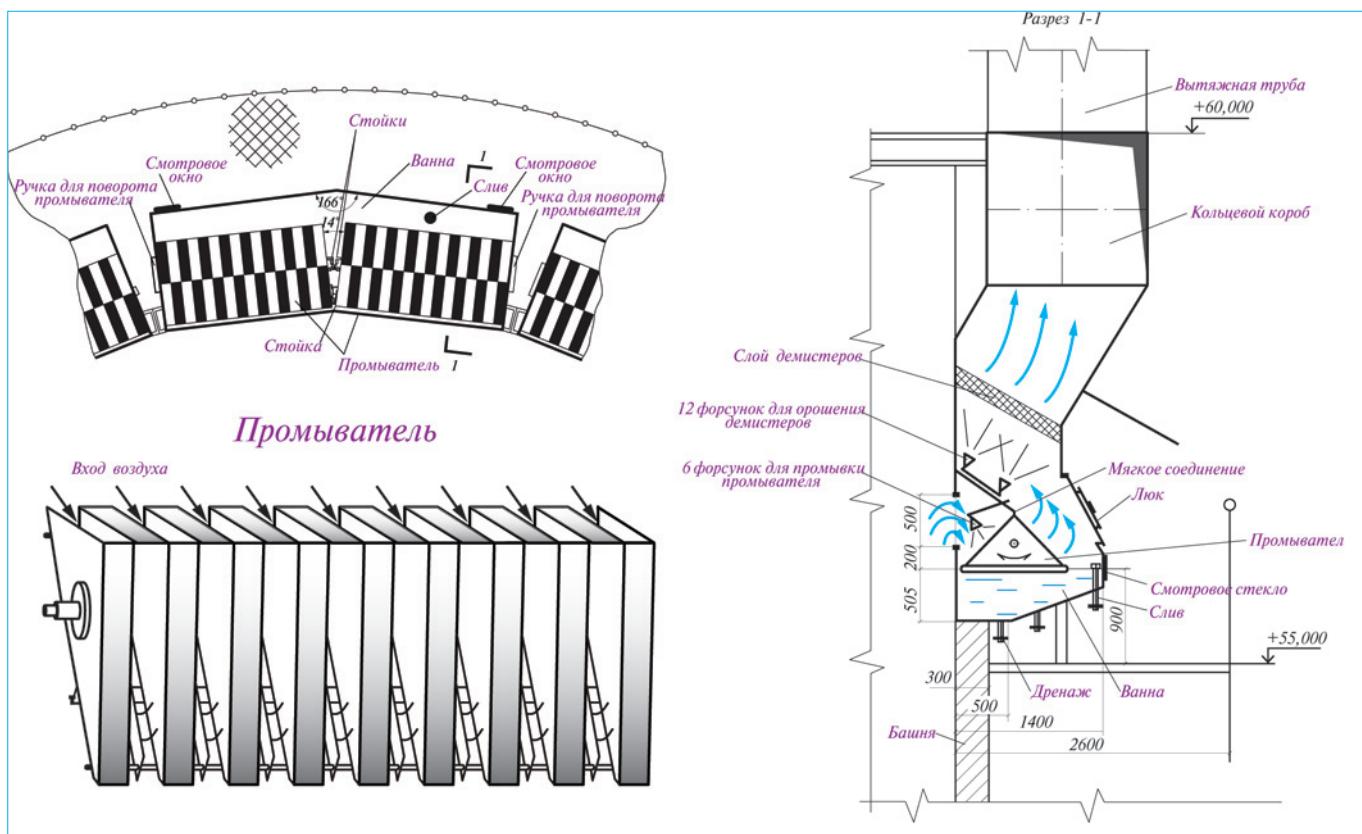


Рис. 3. Тонкослойные промыватели пылеочистного устройства гранбашни

- нус на пути гранул;
- уменьшается время пребывания гранул в «зоне кипения», их истирание и дополнительное пылеобразование.

Следующее решение – установка

вместо жесткого поддона со скребком наклонного плоского вибропитателя с антиадгезионным покрытием и демпфирующей подложкой, исключающего разрушающее воздействие на гранулы (рис. 2).

Третье техническое решение – применение тонкослойных промывателей в качестве основных элементов пылеочистного устройства (ПОУ) вместо инжекционной промывки (рис. 3, 4).

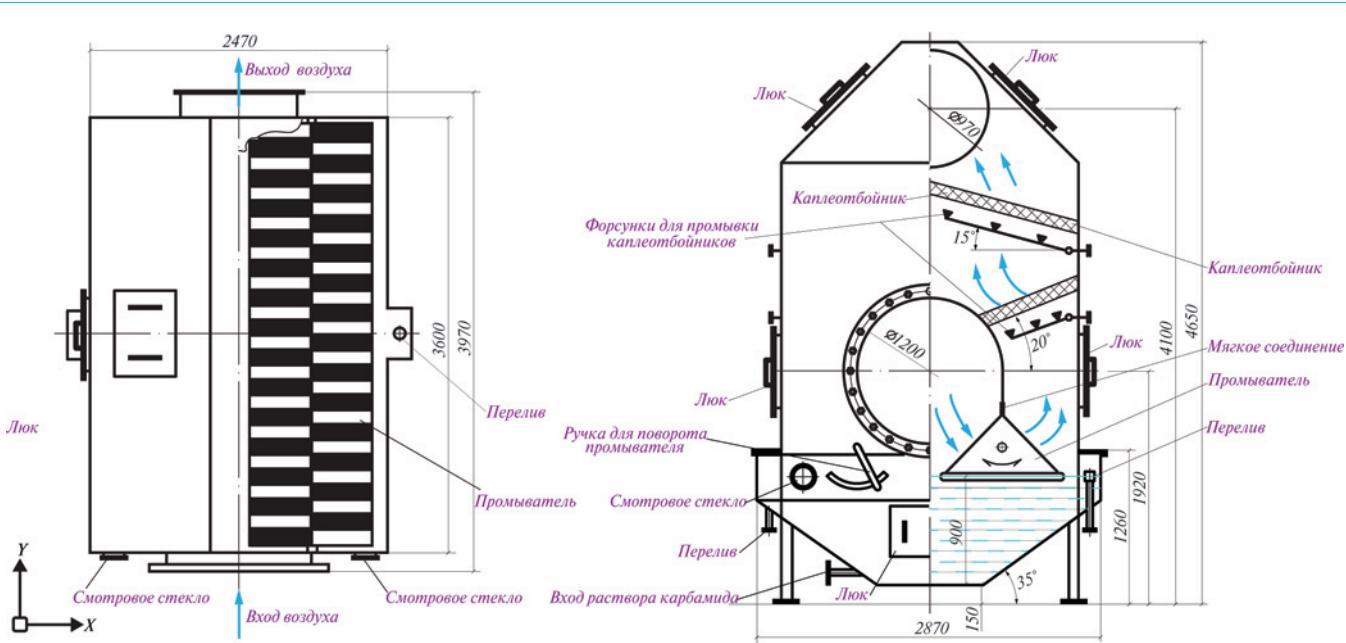


Рис. 4. Тонкослойные промыватели пылеочистного устройства «кипящего слоя»

При этом отпадает необходимость применения высоконапорных форсунок и циркуляционных насосов большой мощности, исключается возможность образования мелко-дисперсных, трудно улавливаемых частиц раствора карбамида, в 2,5 раза уменьшаются габариты и общая металлоемкость ПОУ.

Исходя из опыта работы модернизированных низких башен, был применен разделенный посекционный отбор запыленного воздуха из аппарата «КС» и очистка его в разных ПОУ: воздух из первой секции аппарата «КС» с большим пылесодержанием направляется в ПОУ аппарата «КС» со значительной степенью очистки (до 97%); воздух из второй секции с малым содержанием пыли попадает в башню и вместе с основным потоком воздуха попадает в ПОУ башни, работающее с меньшей степенью очистки и меньшим гидравлическим сопротивлением.

Общее гарантированное содержание пыли в воздухе, выбрасываемом в атмосферу, составляет не более 22 мг/м³.

В окнах для подачи воздуха в башню предусматривается установка направляющих пластин с угла-

ми наклона, обеспечивающими послойную подачу воздуха для распределения его восходящего потока по сечению башни соответственно плотности потока гранул, а также интенсивный обдув плоскости вибропитателя с целью формирования заключительной траектории полета гранул, обеспечивающей их падение под максимально острый углом к плоскости вибропитателя.

С учетом эффекта от реализации указанных мероприятий высота полета гранул сокращается до 55 м, общая высота гранбашни – на 40%.

Разделение циркуляционных контуров раствора карбамида в ПОУ башни (концентрация 4–6%) и ПОУ «КС» (концентрация 30–35%) обеспечивает:

- снижение содержания карбамида в выбросе после башни;
- повторное использование 4%-ного раствора после ПОУ башни в ПОУ «КС»;
- повышение концентрации раствора, возвращаемого на выпарку после ПОУ «КС».

Для обеспечения нормальной работы башни при повышенных температурах атмосферного воздуха (35...40°C) при влажности воздуха

меньше 60%) предусматривается возможность подачи тонкораспыленной влаги в башню с воздухом после второй секции «КС» (система тонкораспыленной влаги), вследствие чего происходит снижение температуры восходящего потока воздуха в зоне смешения на 2...4°C.

Для снижения остаточного содержания амиака в плаве с целью повышения прочности гранул и снижения концентрации его в выбросах в атмосферу предусматривается уменьшение длины плавопровода за счет рационального размещения узла выпарки и отдувки амиака из плава непосредственно перед гранулятором.

С целью обеспечения стабильной работы башни прилипирования при различных температурах и влажности атмосферного воздуха предполагается создание схемы оптимизации за счет изменения количества охлаждающего воздуха и степени его увлажнения. По мере отработки возможен переход на автоматический режим.

На основании основных технических решений разработана технологическая схема башни прилипирования (рис. 5).

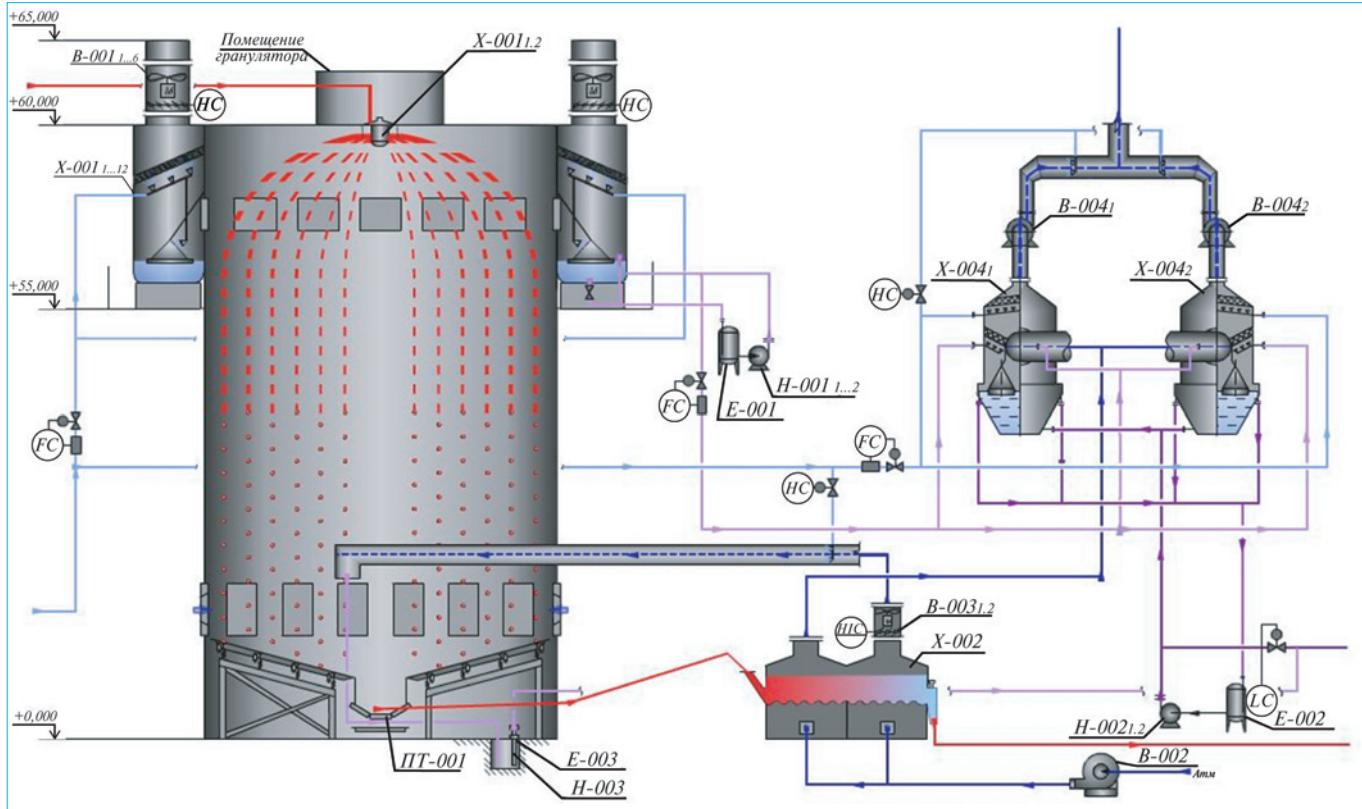


Рис. 5. Технологическая схема башни прилипирования

Плав карбамида поступает во вращающийся виброгранулятор поз. X-001 и разбрызгивается в объем грануляционной башни. За время полета капли плава застывают и с температурой 90°C попадают на направляющие вибропитатели, покрытые футеровочным материалом «Ремофлон», имеющим высокие антиадгезионные свойства. С вибропитателей гранулы карбамида ссыпаются на конвейер поз. ПТ-001. Конвейером гранулы подаются в двухсекционный выносной аппарат «кипящего слоя» поз. X-002, где охлаждаются до температуры не более 50°C и далее направляются на склад.

Воздух на охлаждение гранул в аппарат «кипящего слоя» поз. X-002 забирается из атмосферы вентилятором поз. В-002 и рабочей решеткой равномерно распределяется по всей площади аппарата. Отвод отработанного воздуха производится раздельно по секциям.

Слабозапыленный воздух со второй секции аппарата «кипящего слоя» поз. X-002 направляется вентиляторами поз. В-003_{1,2} через окна в ствол башни, где он смешивается с воздухом, забираемым из атмосферы через нижерасположенные окна. В окнах располагаются направляющие пластины, угол наклона которых может быть изменен при налаживании режима прилирования при пуске башни в работу. Для районов с жарким и сухим климатом при повышении температуры атмосферного воздуха выше 30...35°C возможно тонкое распыление очищенной воды после гидролиза в по-

ток воздуха, поступающий из аппарата «КС» в башню. При этом обеспечивается повышение температурного перепада между воздухом и гранулами карбамида в зоне смешения потоков воздуха.

Отработанный воздух из башни, содержащий амиак и пыль карбамида, поступает на очистку в ПОУ, состоящие из секций тонкослойных промывателей. Запыленный воздух, проходя систему направляющих и распределительных пластин промывателей, соприкасается с поверхностью, находящегося в поддоне ПОУ раствора карбамида. За счет интенсивного контакта происходит растворение содержащейся в воздухе пыли карбамида. На входе в промыватели установлены форсунки, распыляющие паровой или процессный конденсат, в количестве, необходимом для компенсации потерь влаги за счет испарения и каплеуноса. Постоянный уровень в поддонах ПОУ поддерживается с помощью переливания более концентрированного раствора в сборник. Для перемешивания и усреднения раствора предусмотрена циркуляция через сборник поз. Е-001 насосом поз. Н-001_{1,2}. Достигаемая концентрация раствора карбамида составляет 4...6% мас.

Очищенный воздух проходит каплеотбойник и выбрасывается в атмосферу вентиляторами поз. В-001...6 через выхлопные трубы на отм. +65,000 м.

Каплеотбойники ПОУ последовательно-периодически промываются паровым или процессным конденсатом, распыляемым расположенным

снизу форсунками.

Очистка сильно запыленного воздуха первой секции выносного аппарата «КС» поз. X-002 производится в двух ПОУ поз. X-004_{1,2}, принцип работы которых аналогичен работе ПОУ башни.

Отходящий воздух из первой секции аппарата «КС» вентиляторами поз. В-004_{1,2} засасывается в корпус ПОУ поз. X-004_{1,2}, проходит через промыватели, два последовательных каплеотбойника и выбрасывается через воздуховод, идущий по стволу башни, в атмосферу на высоте +65,000 м.

Первый по ходу движения воздуха каплеотбойник секционно промывается 4%-ным раствором карбамида, распыляемым расположенными снизу форсунками, второй – паровым или процессным конденсатом, в количествах, необходимых для компенсации потерь влаги за счет испарения и каплеуноса.

4%-ный раствор карбамида, подаваемый на форсунки входных патрубков и первого каплеотбойника, отбирается из циркуляционного контура очистного устройства гранбашни, благодаря чему достигается экономия парового конденсата.

Для концентрирования раствора в поддоне ПОУ поз. X-004_{1,2} предусматривается циркуляция раствора через сборник поз. Е-002 насосом поз. Н-002_{1,2}. Достигаемая концентрация раствора карбамида составляет 30–35% мас.

Башня прилирования хорошо вписывается в новые производства карбамида (рис. 6).

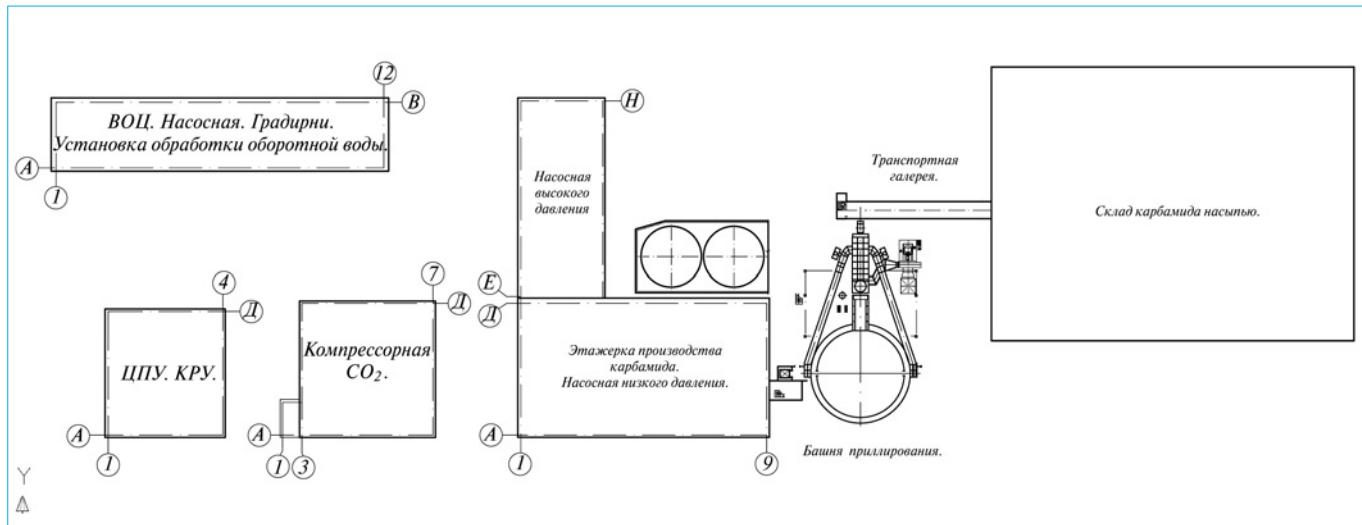


Рис. 6. Ситуационный план производства карбамида

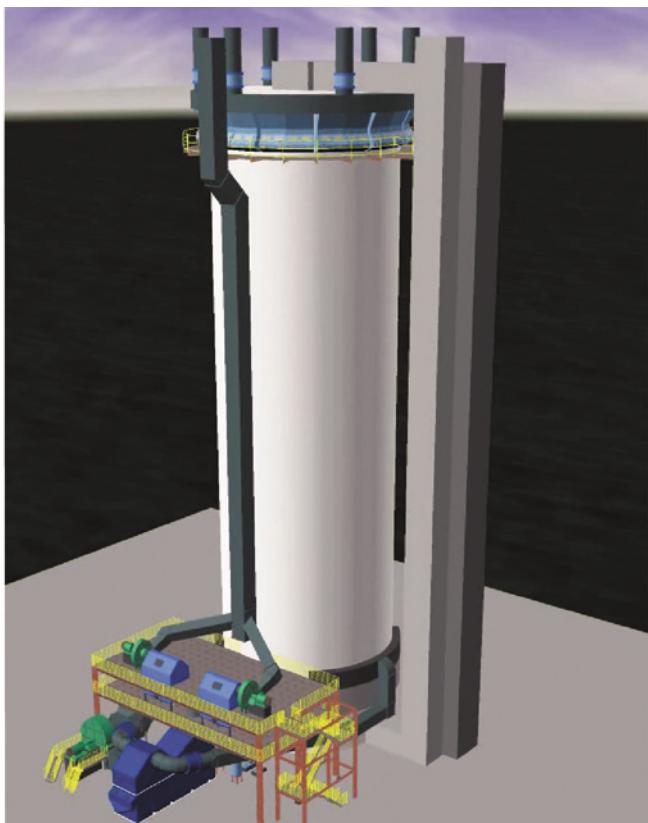


Рис. 7. Общий вид гранбашни

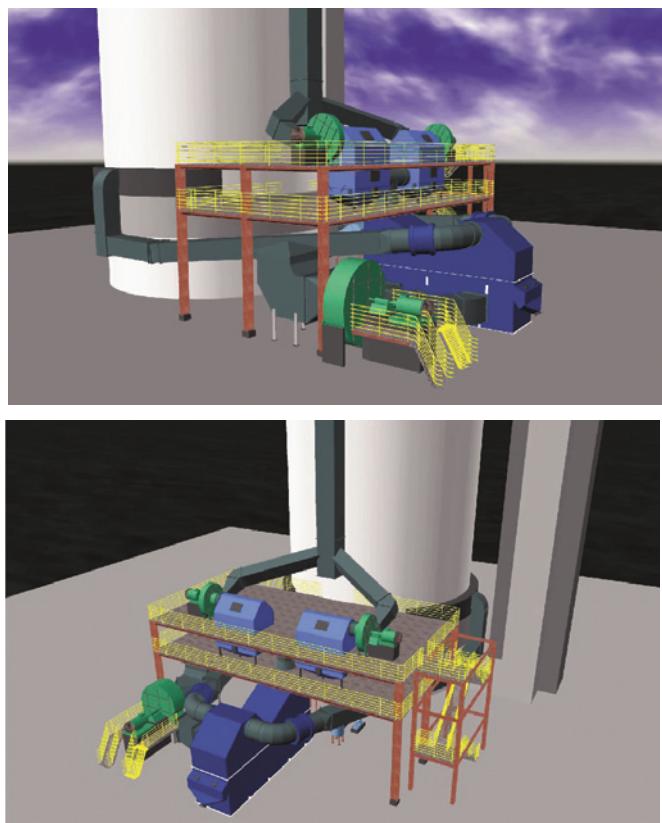


Рис. 8. Смотровая площадка

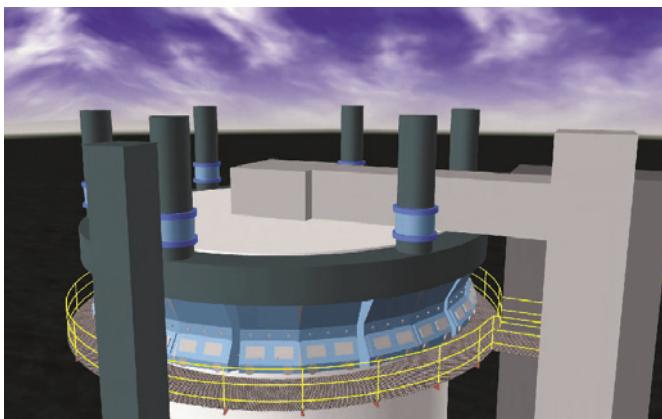


Рис. 9. Окна

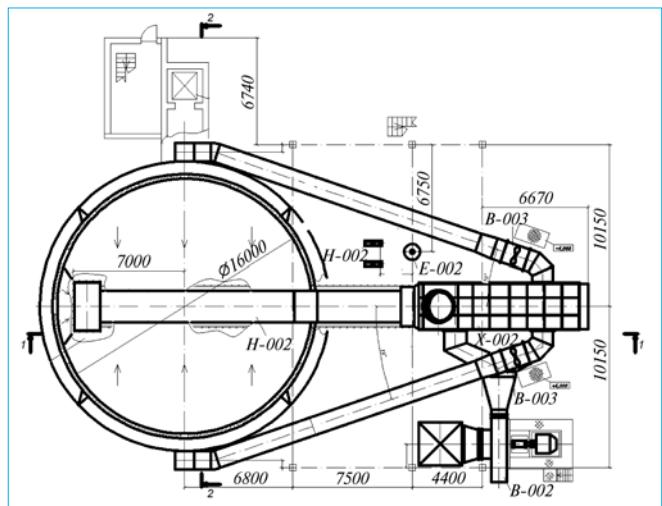


Рис. 10. План на отм. 0,000

Слева к ней примыкает этажерка синтеза, на отм. +60,000 которой предполагается расположить циркуляционный сборник поз. Е-001 и насос раствора карбамида поз. Н-001, обслуживающие ПОУ башни. Справа от башни расположен склад карбамида насыпью.

Башня приллирования представляет собой сооружение башенного типа, состоящее из двух объемов:

собственно гранбашни внутренним диаметром 16 м и лестнично-лифтовой башни. Общая высота сооружения составляет ~65 м (рис. 7).

С отметки +8,400 до отм. +55,000 башня представляет собой замкнутое технологическое пространство с площадками снаружи на отметках, удобных для наблюдения за ходом процесса грануляции, и получения карбамида требуемого качества

(рис. 8).

На отм. +4,300 равномерно по периметру башни расположено 16 окон размером 1000×2500 мм для забора атмосферного воздуха. Выше них на отм. +7,800 расположено 10 окон размером 460×600 мм для подачи слабо заполненного воздуха с аппарата «КС» (рис. 9).

На отм. +60,000 размещается помещение гранулятора размером

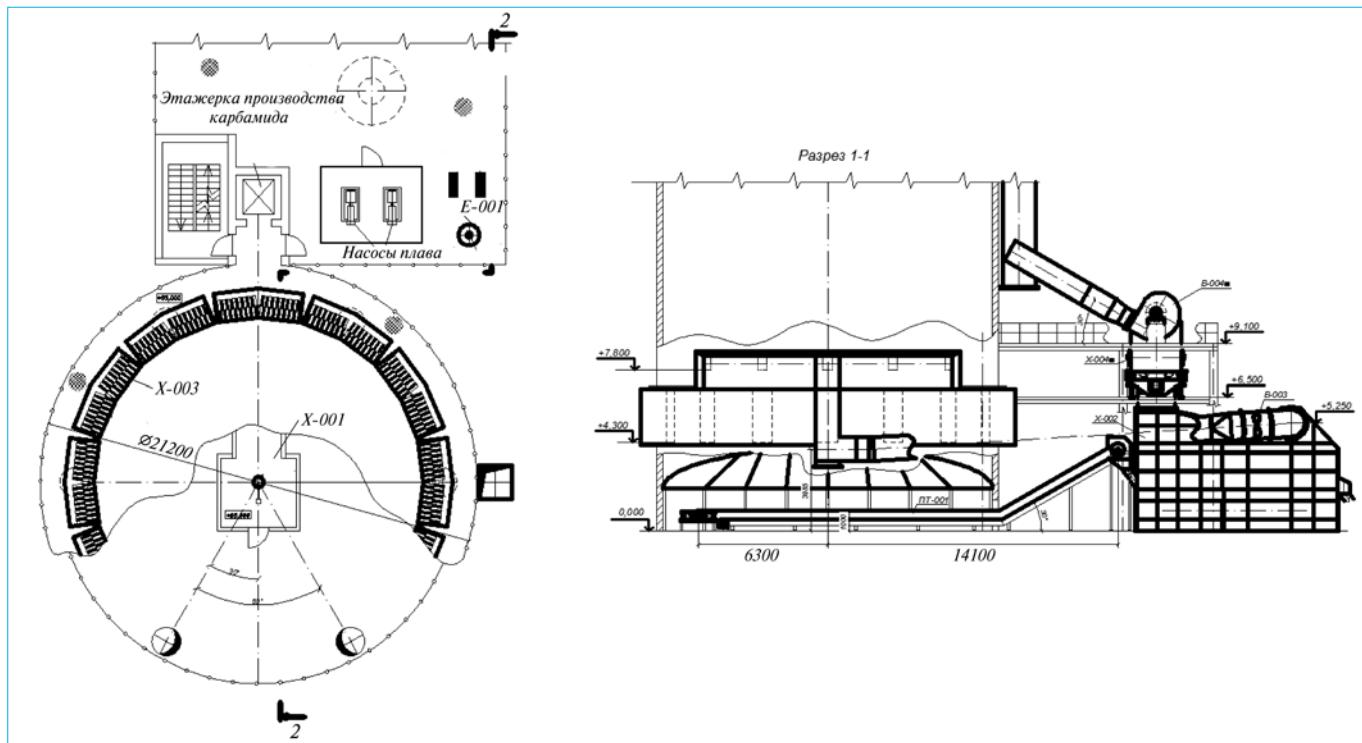


Рис. 11. План на отм. +55,000

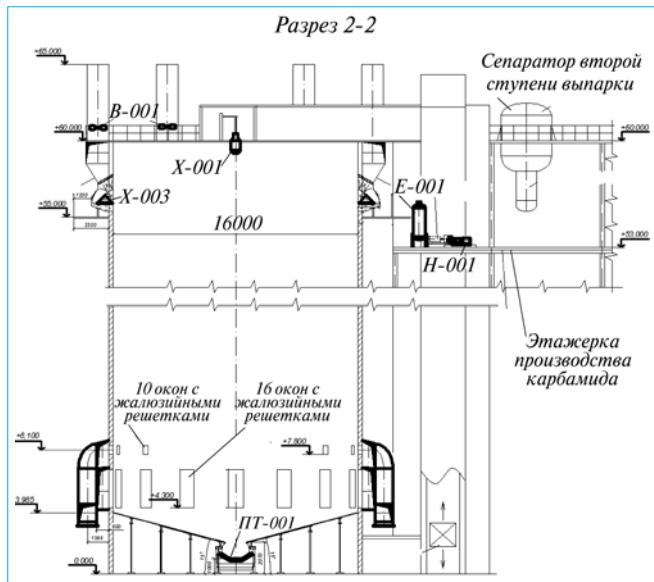


Рис. 12. Разрез 2-2 (см. рис. 11)

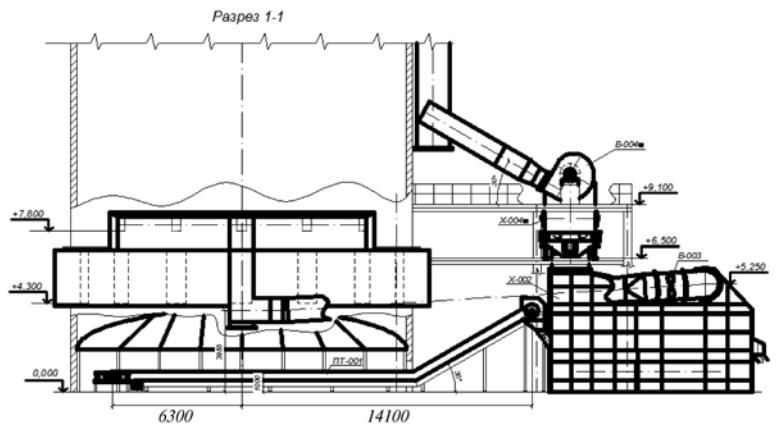


Рис. 11. План на отм. +55,000

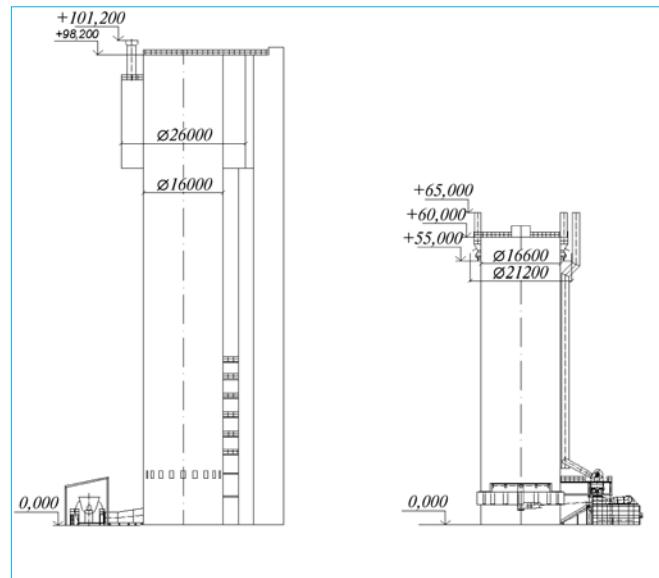


Рис. 13. Габаритные размеры гранбашни

5×5 м с монорельсом грузоподъемностью 1,0 т. Вокруг ствола гранбашни от отм. +55,000 до отм. +60,000 находится помещение очистного устройства, выполненное в виде пространственного блока кольцевой формы, запроектированного в стальном каркасе. К гранбашне примыкает наружная этажерка размером 11 900×20 300 мм. Эта-

жерка имеет следующие высотные отметки: 0,000 м – здесь расположен аппарат «КС»; +6,500 м – ПОУ; +9,100 м – вентиляторы (рис. 10–12).

При строительстве усовершенствованной башни производительностью 2 000 т в сутки стоимость технологического оборудования составит 63 млн. руб, строительные работы – 212 млн. руб, общие за-

траты на строительство – 360 млн. руб. Общие затраты на строительство башен производительностью 1 500 т в сутки составили ~500 млн. руб., установки грануляции производительностью 1 400 т в сутки – ориентировочно 1 265 млн. руб.

На рис. 13 для сравнения представлены габаритные размеры разработанных в последнее время

башен приллирования производительностью 1 500 т в сутки (слева) и новой башни производительностью 2 000 т в сутки (справа).

Для реконструкции низких башен предлагается ряд технических решений.

- Для повышения производительности:
 - установка выносного аппарата «КС»;
 - установка системы тонкораспыленной влаги.
- Для очистки выбросов:
 - установка современного виброгранулятора;
 - установка ПОУ башни новой облегченной конструкции.
- Для улучшения гранулометрического состава:
 - установка современного виброгранулятора;
 - установка выносного аппарата «КС».
- Для повышения прочности гранул:
 - установка газосепаратора.

Для производства 2 000 т в сутки товарного карбамида марки Б выс-

шего сорта по ГОСТ 2081–2010 достаточно башни диаметром 16 м, общей строительной высотой 65 м (высота полета гранул 55 м) с выносным аппаратом «кипящего слоя» площадью 28,6 м². При этом достигается уменьшение потребления электроэнергии на 47% и снижение капитальных затрат на 28% по сравнению с этими показателями башен с классическим ПОУ и встроенным кипящим слоем производительностью 1 500 т в сутки.

Необходимо отметить, что предлагаемое оборудование проверено в работе и показало хорошие результаты. ОАО «НИИК» может предложить:

- разработку проектной документации и поставку оборудования для модернизации «низких» башен приллирования, а также реконструкцию и ввод в эксплуатацию неработающих башен;
- разработку проектной документации и поставку оборудования для реализации схемы совместного использования башни и ско-

ростного барабанного гранулятора (получение гранул карбамида в новой башне и докатка их в скоростном барабанном грануляторе, например, как при реконструкции в КОАО «Азот»);

- строительство новых башен описанной конструкции.

Необходимо также отметить, что карбамидные фирмы, занимающиеся грануляцией, ведут работы по ее совершенствованию. В частности, наблюдается активная патентная деятельность с целью замены дробленой затравки приллами малого диаметра, что может существенно сократить рецикл и упростить схему. В случае повышения требований к прочности гранул и увеличения их размеров возможно создание комбинированной установки: низкая башня – упрощенная грануляция, что может быть экономически оправданным, и ОАО «НИИК» предполагает провести проектные проработки в этом направлении.