

В основу способа производства аммиачной селитры положена реакция нейтрализации аммиака азотной кислотой [1]. (1) При относительно высокой температуре и высокой концентрации паров аммиака и паров HNO_3 реакция (1) протекает преимущественно в газовой фазе. При этом образуется аэрозоль NH_4NO_3 . Однако на практике наибольшее распространение получил способ хемосорбции аммиака водным раствором азотной кислоты. При этом образуется раствор селитры с концентрацией около 70%. Полученный раствор селитры затем направляют на стадию концентрирования, методом десорбции воды. При хемосорбции аммиака водным раствором азотной кислоты протекают реакции: (2) (3) Образующийся водный раствор аммиачной селитры упаривают, а затем полученный плав гранулируют [2]. По реакциям (1 - 3) выделяется большое количество тепла. Тепло реакции нейтрализации используется для интенсификации десорбции паров воды. В настоящее время во многих заводах реализована схема производства аммиачной селитры АС-60 и АС-72, в которых нейтрализация аммиака азотной кислотой происходит в аппаратах ИТН (использование теплоты нейтрализации) установленных последовательно [3]. Сам аппарат представляет собой вертикальный цилиндрический реактор, состоящий из реакционной и сепарационной зон. Но в силу несовершенства технологии и ужесточения требований по количеству допустимых выбросов токсичных веществ в атмосферу санитарными нормами, эта схема более не способна обеспечивать выполнение этих требований. Поэтому остро стал вопрос о разработке новой технологической схемы. В процессе исследования было выявлено, что процесс нейтрализации аммиака азотной кислотой сопровождается не только десорбцией паров воды, но и десорбцией азотной кислоты и десорбцией аммиачной селитры. Кроме того, при нагревании раствора аммиачной селитры десорбирует аммиак уменьшая движущую силу основного процесса хемосорбции аммиака. Кинетика основного процесса хемосорбции аммиака описывается уравнением массотдачи в газовой фазе: (4) где K - коэффициент массотдачи в газовой фазе в условиях быстрой химической реакции на границе раздела фаз; F - площадь поверхности контакта фаз; p - текущее и равновесное давления аммиака. При дозировании азотной кислоты по стехиометрии реакция (3), или в небольшом избытке, равновесные давления аммиака равны нулю. Поэтому уравнение (4) может быть записано в виде: (5) Следовательно, для интенсификации процесса хемосорбции NH_3 необходимо увеличивать площадь поверхности контакта фаз и степень турбулизации газовой фазы. По модели Хигби величина коэффициента массотдачи зависит от времени обновления поверхности контакта фаз. (6) где a - константа; D - величина коэффициента диффузии - время контакта фаз, или время обновления поверхности контакта фаз. Следовательно, для интенсификации процесса хемосорбции аммиака в условиях нейтрализации газов необходимы аппараты, которые обеспечивают быстрое обновление поверхности контакта фаз при

одновременной высокой степени турбулизации газового потока. Кроме того, для обеспечения высокой производительности технологии и сокращения капитальных затрат, требуются компактные аппараты с большой пропускной способностью как по газовой, так и по жидкой фазе. Таким требованиям удовлетворяют аппараты вихревого типа с нисходящим способом взаимодействия фаз. Отличительной особенностью этих аппаратов является низкое гидравлическое сопротивление, что обеспечивает сокращение эксплуатационных затрат [4]. Однако одноступенчатый контакт фаз не может обеспечить современные санитарные нормы по газовым выбросам в атмосферу. Последнее объясняется тем, что над раствором азотной кислоты имеется существенная равновесная упругость паров азотной кислоты. С увеличением концентрации азотной кислоты в растворе равновесная упругость паров азотной кислоты увеличивается по уравнению: (7) где $C > 1$. Кроме того в уравнении (7) при увеличении температуры увеличивается константа b . Поэтому даже при идеальном контакте фаз после первой по ходу газа ступени в газовом потоке содержится высокая концентрация паров азотной кислоты. Эта концентрация в десятки раз выше концентрации допустимого выброса. Незавершенность процесса хемосорбции аммиака и высокая концентрация паров азотной кислоты в газовой фазе приводят к тому, что в газовой фазе протекает быстрая химическая реакция (1), в результате которой образуется аэрозоль аммиачной селитры. Очистка отходящих газов при температуре 125°C с большой концентрацией паров воды от смеси паров аммиака, азотной кислоты и аэрозолей аммиачной селитры является сложной научно-технической проблемой. К процессу нейтрализации аммиака азотной кислотой необходимо подходить не только с позиций интенсификации процесса, не только с позиций использования тепла реакции нейтрализации, не только с позиций минимизации концентрации паров аммиака, паров азотной кислоты и аэрозолей токсичных веществ, но и с позиций обеспечения соблюдения санитарных норм выброса токсичных веществ в атмосферу. По данным литературы концентрация аэрозолей аммиачной селитры в газовом выбросе достигает 0,3 г/м³, соответственно концентрация аммиака достигает 1,2 г/м³, а концентрация паров азотной кислоты, в отходящих газах достигает 15,0 г/м³, что в десять раз выше допустимых санитарных норм. По полученным результатам была разработана принципиально новая технологическая схема с вихревыми аппаратами. Основным массообменным элементом вихревого абсорбера является вихревое контактное устройство с завихрителем. Завихритель представляет собой набор тангенциально установленных пластин [5]. Предлагается осуществлять абсорбцию газов дистилляции в режиме нисходящего прямотока в абсорберах вихревого типа. При этом резко уменьшается скорость процесса образования тумана азотной кислоты и аммиачной селитры, что в свою очередь приводит к снижению концентрации

токсичных веществ в газовом выбросе до санитарных норм. Разработанная схема нейтрализации аммиака азотной кислотой в вихревых аппаратах принята на предприятии ОАО «КуйбышевАзот» и может быть использована на всех действующих и вновь строящихся заводах по производству аммиачной селитры