

**РОЛЬ ДЕЗАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА ОКИСЛЕНИЯ ЦИКЛОГЕКСАНА В
ПРОИЗВОДСТВЕ КАПРОЛАКТАМА**

В.И. Потапкин¹, Н.В. Понарин¹, Е.М. Князева²

Научный руководитель: д.х.н. Э.М. Дахнави

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина,
36, 634050

² Национальный исследовательский Томский государственный политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: potapkinsevolod@gmail.com

**THE ROLE OF DEACTIVATION OF CYCLOHEXANE OXIDATION CATALYST IN
CAPROLACTAM PRODUCTION**

V.I. Potapkin¹, N.V. Ponarin¹, E.M. Knyazeva²

Scientific Supervisor: Dr. E.M. Dahnavi

¹Tomsk state university, 36, Lenin ave., 634050 Tomsk, Russia

²Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin ave., 634050 Tomsk, Russia

E-mail: potapkinsevolod@gmail.com

Abstract. Screening of new catalytic systems over the model equipment for oxidation of cyclohexane shows the absence of resins and precipitates (adipates) on the reactor walls. This confirms that the use of more active and selective catalyst can significantly suppress the formation of resins, and thus prolong the service period and increase the efficiency of industrial reactors.

Процесс селективного окисления циклогексана (ЦГ) в циклогексанон, циклогексанол и гидропероксид циклогексила является ключевой стадией промышленных производств капролактама. Из-за низкой селективностью превращения ЦГ, даже при его малых конверсиях, на этой стадии образуется наибольшее количество побочных продуктов, которые составляют основу отходов производства. Технологический аудит производства капролактама на КАО "Азот" (г. Кемерово), проводимый сотрудниками Лаборатории каталитических исследований ТГУ показал, что высокая энергоемкость производства и большие расходы бензола, прежде всего, связаны с низкой эффективностью применяемого катализатора окисления ЦГ – нафтената кобальта. Анализ выходящих из реакторов потоков показал, что в них содержание кобальта меньше 0,5 ppm (ниже пороговой чувствительности метода атомно-эмиссионной спектроскопии микроволновой плазмы), в то время его начальная концентрация на входе в реактор составляет 2÷5 ppm. По результатам статистического анализа сделан вывод о том, что основная часть используемого катализатора в условиях процесса окисления дезактивируется, превращаясь в нерастворимые соли кобальта (адипинаты и глутараты), оседает на внутренней поверхности реакторов. По мере накопления указанных солей развивается интенсивное образование смолистого слоя, на которой происходит дальнейшая адсорбция активных компонентов катализатора. Эти два нежелательные процессы (деактивация катализатора и образование смолы) приводят к наращиванию смолисто-солевого слоя на стенке реактора и на поверхности змеевиков, к

снижению концентрации катализатора в зоне реакции, а также к ухудшению процесса теплосъема. В итоге приходится останавливать реакторы на длительную очистку.

Анализ состава выгруженных из реакторов смол, даже после длительной отмывки раствором щелочи, показывает увеличение концентрации кобальта в них около 5 %, что также доказывает предположения о дезактивации используемого кобальта в условиях окисления ЦГ. Это приводит к тому, что в последующих реакторах каскада или зонах единичных реакторов ближе к выходу реакция протекает в режиме автоокисления, которому соответствует низкая скорость окисления. Кроме кобальта, в смолах найдено большое количество Fe, Ca, Al и других металлов, что, видимо, связано с химической коррозией стенки технологического оборудования и низкого качества водоподготовки.

Испытания новых каталитических систем на модельной установке окисления ЦГ показали отсутствие образования смол и осадка (адипинатов) на стенке реактора. Полученные результаты позволяют надеяться, что использования более активного и селективного катализатора окисления ЦГ могло бы значительно уменьшить смолообразование, и таким образом продлить время работы и увеличить эффективность промышленных реакторов.