

## Кристаллографическое оформление продукта CL-20

© Лапина\*<sup>+</sup> Юлия Тимофеевна, Апонякина Светлана Николаевна,  
Золотухина Ирина Ивановна и Теплов Георгий Владимирович

Акционерное общество Федеральный Научно-Производственный Центр «Алтай».

ул. Социалистическая, 1. г. Бийск, 659322. Алтайский край. Россия.

Тел.: (3854) 30-19-05. E-mail: [post@frpc.secna.ru](mailto:post@frpc.secna.ru)

\*Ведущий направление; <sup>+</sup> Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** CL-20; 2,4,6,8,10,12-гексанитро-2,4,6,8,10,12-гексаазотетрацикло [5,5,0,0<sup>3,11</sup>,0<sup>5,9</sup>]додекан; гексанитразаизоюрцитан; кристаллизация; полиморфные превращения.

### Аннотация

В данной статье представлены результаты разработки методов кристаллизации продукта CL-20 ( $\epsilon$ -полиморфной модификации гексанитразаизоюрцитана), позволяющие получать это бризантное взрывчатое вещество с оптимальным кристаллографическим оформлением: 100%-ой полиморфной чистотой, а также требуемой формой кристалла.

На основе методов ИК- КР-спектроскопии был разработан удобный метод качественного и количественного анализа полиморфного состава CL-20. Предварительно для этого были синтезированы эталонные образцы стабильных полиморфных модификаций гексанитразаизоюрцитана ( $\alpha$ -;  $\beta$ -;  $\gamma$ - и  $\epsilon$ -).

В процессе разработки методов получения продукта  $\epsilon$ -CL-20 со 100% полиморфной чистотой было установлено, что образованию  $\alpha$ -полиморфной примеси способствует присутствие воды в кристаллизационной системе; наличие  $\gamma$ -полиморфной примеси в продукте – следствие повышения температуры кристаллизационной системы свыше +85 °С;  $\beta$ -примесь – признак значительного разбавления кристаллизационной системы. Таким образом, процесс образования чистого в полиморфном отношении  $\epsilon$ -CL-20 стабилизирует предварительное обезвоживание или контроль влажности компонентов кристаллизационной системы; тщательная подготовка рабочего раствора, включающая очистку от недорастворившихся частиц гексанитразаизоюрцитана, внос в кристаллизационную систему затравочных кристаллов требуемой  $\epsilon$ -полиморфной модификации, а так же соблюдение рекомендованных массовых соотношений компонентов и температурных режимов.

Для изготовления смесевых энергетических композиций предпочтительна округлая, в идеале сферическая, форма кристаллов CL-20 без выраженных дефектов поверхности. Для обеспечения данного требования было проведено изучение процессов осадительной и испарительной кристаллизации CL-20 из трехкомпонентных смесей гексанитразаизоюрцитан – растворитель – осадитель. В качестве растворителя исследовали этилацетат, ацетонитрил, ацетон, а в качестве осадителя алифатические и ароматические углеводороды (гексан, декан, толуол, ксилол), спирты (бензиловый спирт, этанол), галогеналканы (хлороформ, тетрахлорметан). Исследования показали, что наиболее стабильное и технологичное получение продукта со сферической формой кристалла может быть достигнуто в системах ацетонитрил – толуол, а так же ацетон – *o*-ксилол. Определены оптимальные условия проведения этих процессов. Разработанные методики представлены в экспериментальной части статьи.