

УДК 621.59(075.8)

В. С. Клавдиенко, Т. Н. Гаммал

ОАО «ГИПРОКИСЛОРОД», 2-ой Амбулаторный проезд, д. 8, г. Москва, 125315, Россия;

E-mail: gipro@df.ru

## О РАСЧЕТАХ НА ПРОЧНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ К НИМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВ ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА

*В производствах продуктов разделения воздуха применяются технологические трубопроводы для сжатого воздуха и продуктов его разделения на рабочие давления до 25 МПа и температуры от 4 до 823 К. «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» ПБ 03-108-96 допускают применение для  $P_s \leq 10$  МПа при минимальных (отрицательных) температурах трубопроводов из некоторых углеродистых и марганцовистых сталей при ограничении допускаемого напряжения до  $0,35 [\sigma]$ . Имеющиеся пособия по выбору труб и соединительных деталей к ним не учитывают такой возможности. В статье изложена методика расчета на прочность технологических трубопроводов и соединительных деталей к ним, которая учитывает как упомянутые условия, так и влияние других факторов, в том числе коррозию труб, для обеспечения расчетного срока эксплуатации трубопроводов 20 лет. Выполнены также расчеты для давлений  $10 \text{ МПа} < P_s \leq 25 \text{ МПа}$ .*

**Ключевые слова:** трубопровод; соединительные детали; криогенное производство продуктов разделения воздуха; расчеты на прочность.

V. S. Klavdienko, T. N. Gammal

## ON STRENGTH CALCULATIONS OF PROCESS PIPELINES AND THEIR CONNECTIONS APPLIED IN DESIGNING OF AIR SEPARATION PLANTS

*Air separation production employs process pipelines for compressed air and its separation products at working pressure to 25 MPa and temperature 4-823 K. ПБ 03-108-96 «Rules for process pipelines design and safe operation» allow, for  $P_s \leq 10$  MPa at minimal (negative) temperatures, application of pipelines of some carbon and manganese steels at stress limited to  $0.35 [\sigma]$ . Such possibility is not considered by any of the available manuals on selection of pipes and connecting pieces. The paper presents strength calculation procedure of process pipelines and their connections accounting both for the above conditions and influence of other factors, including pipe corrosion, to ensure pipeline specified service life within 20 years. Calculations for pressure  $10 \text{ MPa} < P_s \leq 25 \text{ MPa}$  have also been made.*

**Key words:** pipeline; connecting elements; cryogenic air separation production; strength calculations.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая статья может представлять интерес для проектных, проектно-конструкторских организаций, занимающихся проектированием производств продуктов разделения воздуха (ППРВ).

При проектировании ППРВ ведется разработка проектов технологических трубопроводов для различных сред как в газообразном, так и сжиженном состояниях (воздух, кислород, азот, аргон, редкие газы, водород, гелий, масло, фреоны, вода и др.) с рабочим давлением до 25 МПа и температурой от 4 до 823 К.

Трубопроводы изготавливаются из следующих материалов: углеродистых и марганцовистых сталей; кор-

розионно-стойких сталей, в основном из стали марки 12Х18Н10Т (для криогенных трубопроводов, для трубопроводов со средами с высокими температурами, для высших категорий трубопроводов кислорода); цветных металлов (меди и латуни), алюминиевых сплавов.

Действующий руководящий документ по выбору труб [1] не позволяет использовать его в полной мере в приложении к расчетам труб технологических трубопроводов, так как в нем не учтено:

- воздействие коррозии;
- допускаемое напряжение при минимальных (отрицательных) температурах;
- допускаемое напряжение при температурах выше 293К;
- категорирование трубопроводов в зависимости от транспортируемой среды, рабочего давления, рабочей