

По результатам выполненного численного моделирования сформулированы следующие выводы:

1) установлена обратная зависимость между температурой глицерина и интенсивностью затухания его динамических колебаний: снижение вязкости жидкости при нагреве с 0 до 40 °C приводит к увеличению продолжительности динамических нагрузок;

2) выявлена нелинейная зависимость максимальной кинетической энергии от температуры, с максимальным значением 2,66 МДж при 20 °C, что доказывает невозможность линейного прогнозирования максимальных нагрузок и подтверждает необходимость CFD-моделирования;

3) для повышения безопасности транспортировки вязких наливных грузов предпочтительна их перевозка в охлажденном состоянии, так как повышенная вязкость выступает естественным демпфером, поглощающим динамику жидкости.

Таким образом, результаты исследования показывают, что температурный режим перевозки вязких жидкых грузов оказывает решающее влияние на их динамическое поведение. Оптимальным условием транспортировки вязких жидкостей, таких как глицерин, является поддержание их в охлажденном состоянии, при котором повышенная вязкость эффективно демпфирует колебания и снижает риск возникновения гидроударов, обеспечивая тем самым устойчивость флекситанка при транспортировке.

Список литературы

- 1 **Gradinscak, M.** Liquid Sloshing in Containers with Flexibility : A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy / M. Gradinscak // School of Engineering and Science, Victoria University. – Melbourne, Australia, 2009. – 192 p.
- 2 **Wang, Z.** Study on Impact Process of a Large LNG Tank Container for Trains / Z. Wang, C. Qian, W. Li // Applied Sciences. – 2023. – Vol. 13, № 1351. – P. 1–19.
- 3 **Konar, T.** A review of numerical modelling of liquid sloshing in partially filled containers / T. Konar, A. Das // Ships and Offshore Structures, – 2024. – P. 1–26.
- 4 **Lide, D. R.** CRC handbook of chemistry and physics / D. R. Lide // Boca Raton: CRC press, 2004. – 2656 p.

УДК 548.24

РОЛЬ ЗЕРНА ПОЛИКРИСТАЛЛА У УСТЬЯ ОСТАТОЧНОГО КЛИНОВИДНОГО МИКРОДВОЙНИКА В ФОРМИРОВАНИИ ПОЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В КРУПНОМ СДВОЙНИКОВАННОМ ЗЕРНЕ

O. M. ОСТРИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В транспортных технических системах металлы используются преимущественно в поликристаллическом состоянии. Поэтому надежность и безопасность транспорта, устойчивость его к разрушению зависит от процессов, протекающих в зернах поликристаллов под действием механических нагрузок.

Одним из основных каналов пластической деформации твердых тел выступает деформационное двойникование, которое при определенных условиях способствует зарождению разрушения, причем при механических нагрузках, значительно более низких по величине, чем величина нагрузок, соответствующих пределу прочности материала.

В широко используемых на практике поликристаллических конструкционных материалах двойникование проявляется в зернах. Поэтому важной научно-практической проблемой является разработка методов расчета напряженно-деформированного состояния, формируемого в зернах поликристаллов под влиянием механического двойникования.

Целью данной статьи стала разработка методики расчета полей напряжений в крупном зерне поликристалла с остаточным клиновидным микродвойником и учет роли в формировании напряженного состояния соседнего зерна, находящегося у устья двойника.

На рисунке 1 представлены результаты расчетов, которые основаны на положениях теории дислокаций и принципа суперпозиции, правомерного в рамках теории упругости. Согласно рисунку 1 максимальные нормальные напряжения σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} наблюдаются на границе зерна, к которой приле-

гают устье двойника и граница соседнего зерна, а также на границах двойника. При этом данные напряжения сконцентрированы в зоне расположения двойника, а при удалении от него снижаются и концентрация, и численные значения напряжений σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} (см. рисунок 1, *a*–*b*).

Сдвиговые напряжения σ_{xy} локализованы в узловых точках зерен и на границах двойника (см. рисунок 1, *c*). При этом концентрация напряжений увеличивается по мере приближения к двойнику. Численные значения сдвиговых напряжений σ_{xy} на всём анализируемом участке имеют один порядок – точек явно выраженных экстремумов не наблюдается. При этом концентрация напряжений σ_{xy} , аналогично концентрации нормальных напряжений, снижается по мере удаления от двойника и границы зерна, к которой он примыкает (см. рисунок 1, *c*).

Скальвающие напряжения σ_{yz} локализованы на зеренных границах (см. рисунок 1, *d*), а напряжения σ_{yz} локализованы на границах зерна (кроме вертикальных границ) и на двойниковых границах (см. рисунок 1, *e*). Максимальные значения скальвающие напряжения σ_{xz} и σ_{yz} имеют место в узловых точках зерен (см. рисунок 1, *d* и *e*).

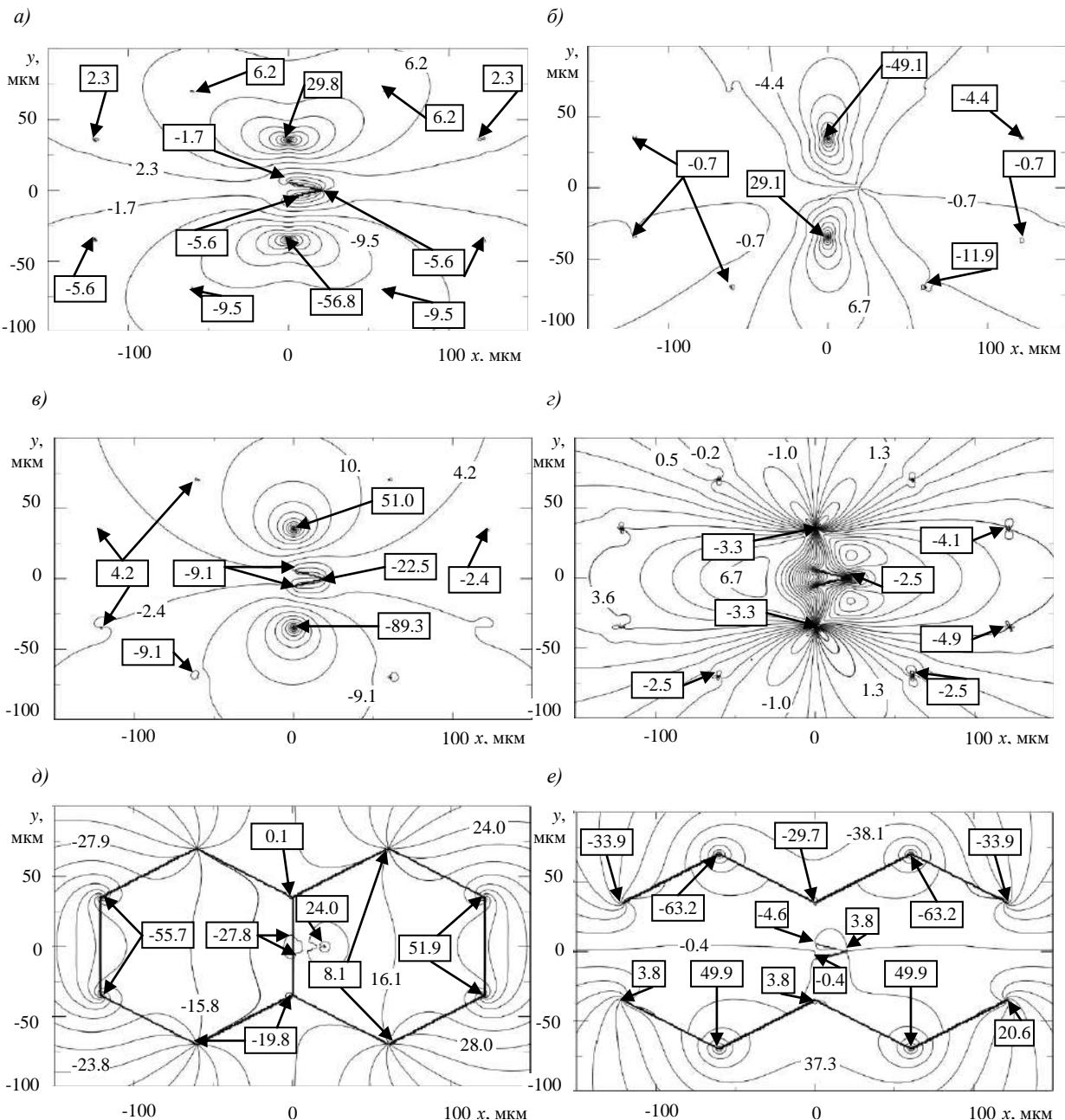


Рисунок 1 – Распределение напряжений в группе из двух зерен при наличии в одном из них единичного остаточного клиновидного двойника, МПа:
a – $\sigma_{xx}(x, y)$; *b* – $\sigma_{yy}(x, y)$; *c* – $\sigma_{zz}(x, y)$; *d* – $\sigma_{xy}(x, y)$; *e* – $\sigma_{xz}(x, y)$

Таким образом, рассчитаны поля напряжений в крупном зерне поликристалла с остаточным клиновидным двойником. Расчет выполнен с учетом роли в формировании напряженного состояния соседнего зерна, находящегося у устья двойника. Показано, что в зависимости от компоненты тензора напряжений напряжения имеют разные области локализации и различные численные значения. Результаты имеют важное значение в транспортной отрасли в обеспечении безопасности технических систем, использующих двойникообразующие материалы.

Автор благодарит Дробышевскую Т. В. за помощь в проведении расчетов.

УДК 620.179.141:62-592.59

МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ НАКОНЕЧНИКОВ ТОРМОЗНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РУКАВОВ ВАГОНОВ

A. Г. ОТОКА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

П. А. УСТИЛОВСКИЙ

Белорусская железная дорога, г. Гомель

О. В. ХОЛОДИЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На железной дороге имеются проблемы, связанные с отказами технических средств и событиями, из-за которых происходят задержки грузовых и пассажирских поездов. По итогам работы за 2024 г. на Белорусской железной дороге (БЖД) в вагонном хозяйстве допущено 13 событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта. В 2023 г. было допущено 21 событие. Несмотря на общее снижение числа нарушений безопасности движения поездов в 2024 г., по сравнению с 2023 г., количество событий, допущенных по вине предприятий вагонного хозяйства БЖД, увеличилось и составило 4 случая против 2 [1].

Одной из причин задержки поездов является утечка сжатого воздуха из тормозной системы. Например, таких задержек на Белорусской железной дороге за 2024 г. было 8, а за 2023 г. – 9. Причем особое внимание следует уделять тормозным соединительным рукавам. Тормозные рукава применяются на подвижном составе железных дорог для гибкого соединения воздушных магистралей вагонов между собой, с локомотивом с целью подачи сжатого воздуха под давлением до 1 МПа, а также для разъемного соединения электрических цепей электропневматического тормоза [2].

Всё снятое с вагона тормозное оборудование должно быть направлено для осмотра, ремонта и испытания в соответствующие ремонтные подразделения.

Соединительный тормозной рукав состоит из резинотекстильной трубы, в которую с обеих сторон запрессовываются соединительная головка и наконечник. После запрессовки соединительный рукав обжимается хомутиками. В канавки соединительных головок устанавливают уплотнительные кольца.

Для проверки на прочность соединительные рукава подвергают гидравлическому испытанию под давлением воды в них ($1,20 \pm 0,02$) МПа и с выдержкой под этим давлением в течение 1,5–2,0 мин.

Соединительный рукав считается выдержавшим испытание, если не было обнаружено:

- срыва деталей;
- просачивания воды;
- надрывов резинотекстильной трубы;
- остаточного сдвига резинотекстильной трубы с наконечником (для соединительных рукавов Р36, Р36-01, Р32Б-01);
- остаточного сдвига резинотекстильной трубы с соединительной головкой и/или наконечника более чем на 2,5 мм (для соединительных рукавов Р17Б, Р17Б-01).

Для проверки на герметичность соединительные рукава подлежат пневматическому испытанию с выдержкой под давлением воздуха в них ($0,60 \pm 0,05$) МПа при полном их погружении в ванну с водой.

Соединительный рукав считается выдержавшим испытание, если в течение 1 мин не было обнаружено выделение пузырьков воздуха в любой части соединительного рукава. При обнаружении пузырьков воздуха на поверхности резинотекстильной трубы соединительный рукав