

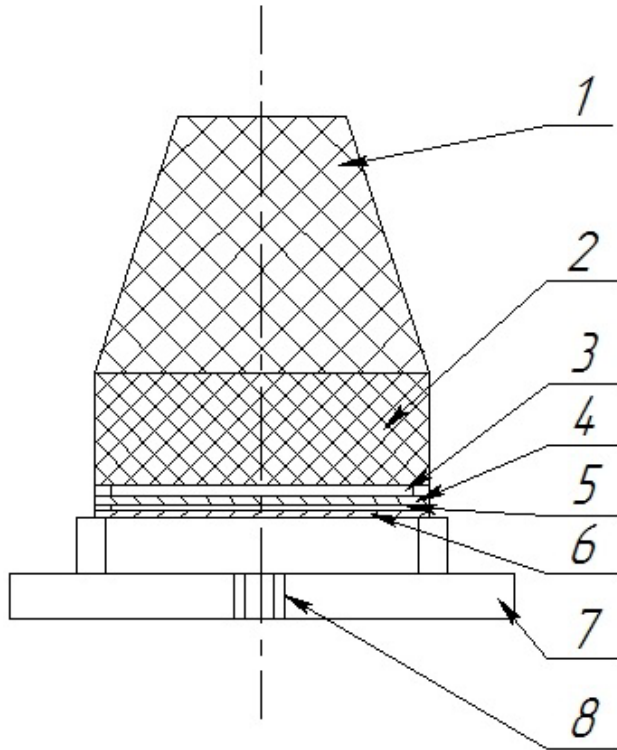
РФЯЦ-ВНИИТФ

О ВЛИЯНИИ ЗАЗОРОВ НА ДИНАМИКУ РАЗГОНА ДВУХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНЫ

А.В. Красильников, В.Н. Ногин, А.Е. Ковалев, А.В. Ольховский

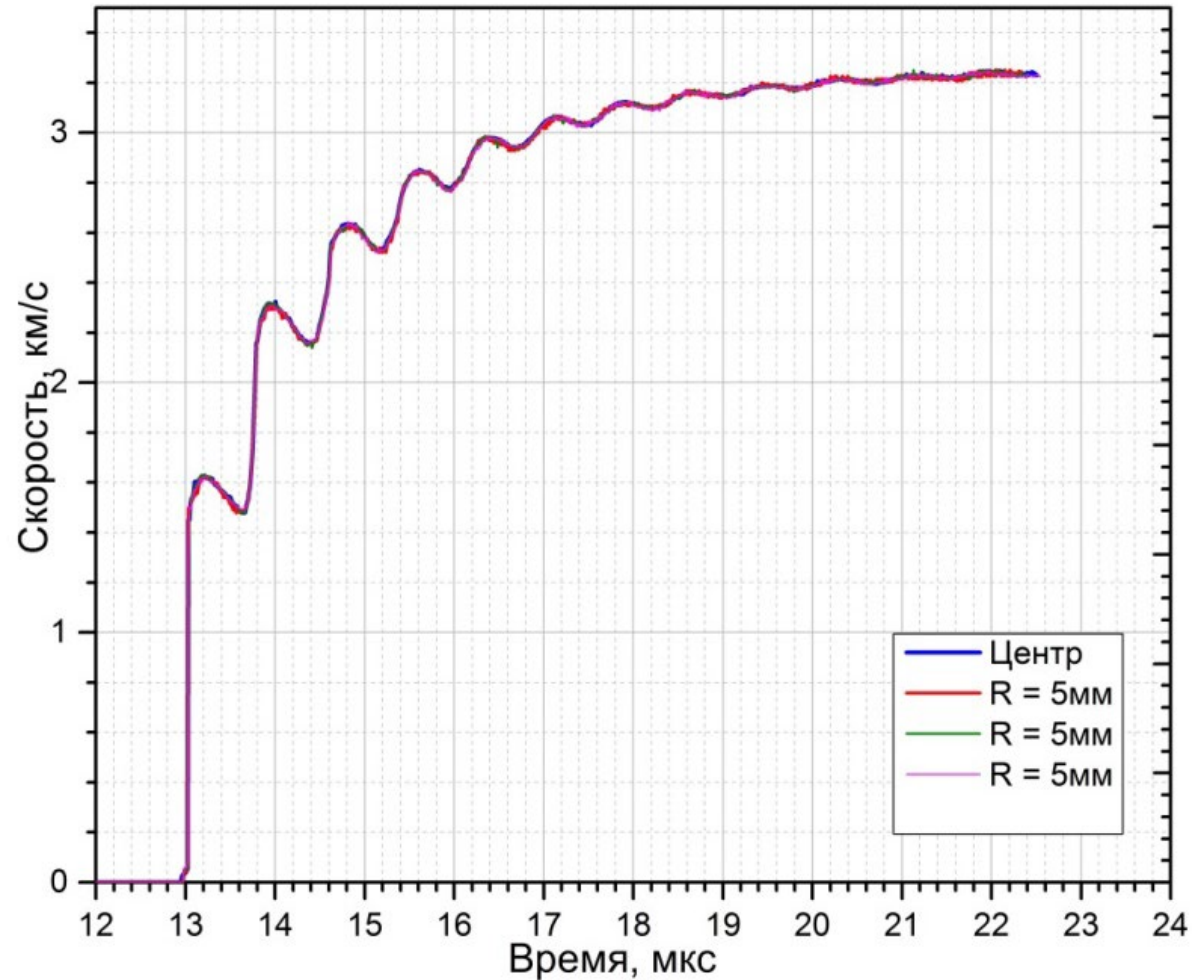
Доклад на международной конференции «XVI ЗАБАБАХИНСКИЕ НАУЧНЫЕ
ЧТЕНИЯ»

Эскиз экспериментального узла

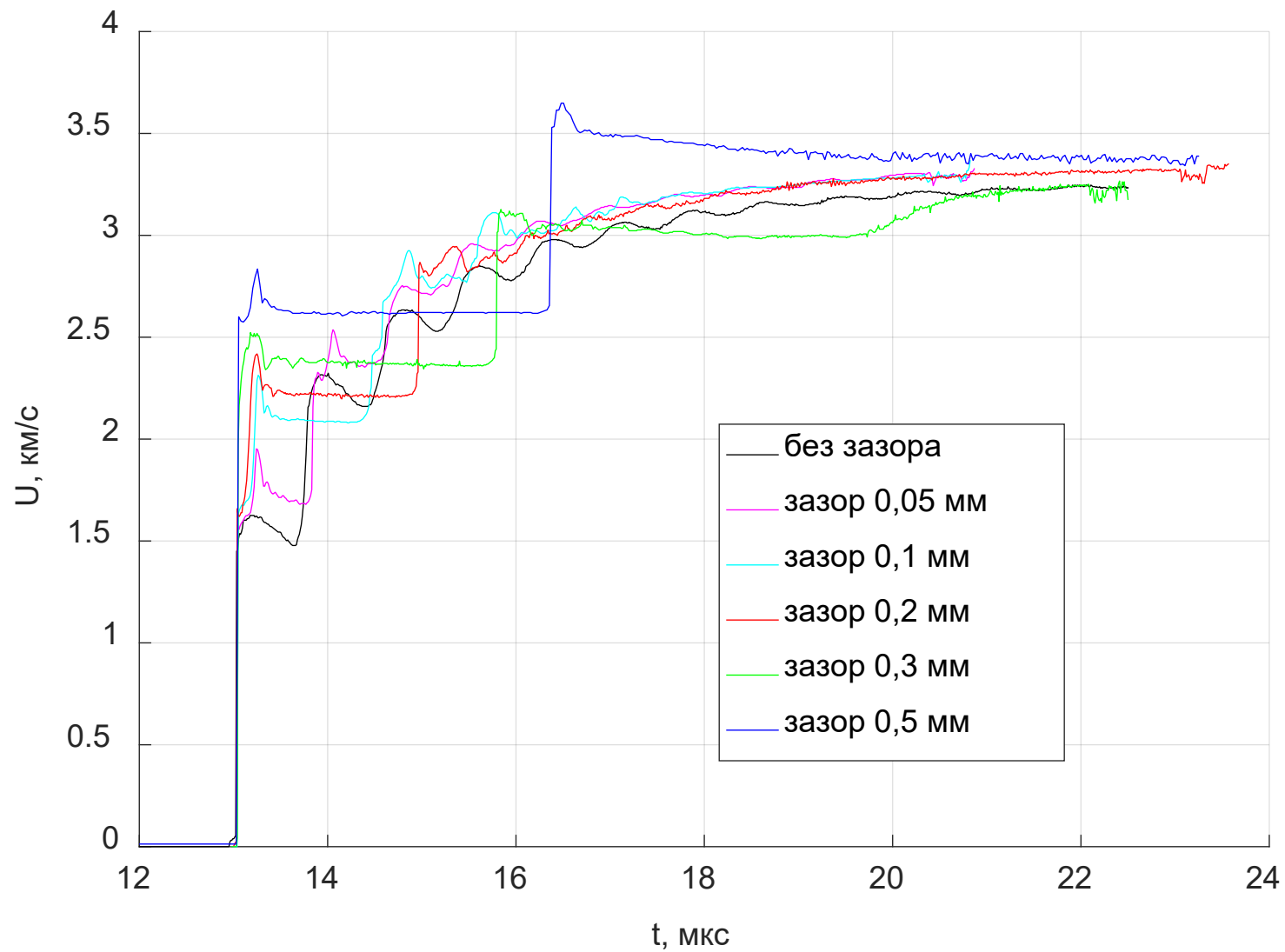


- 1 – Линза
- 2 – Шашка 60x20 из октогенсодержащего ВС
- 3 – Зазор 2 мм
- 4 – диск из 12X18H10T Ø60x1 мм
- 5 – Зазор 0; 0.05; 0.1; 0.2; 0.3; 0.5 мм
- 6 – диск из 12X18H10T Ø60x1 мм
- 7 – Держатель коллиматоров
- 8 – Оптические датчики

Результаты опыта со сплошной пластиной



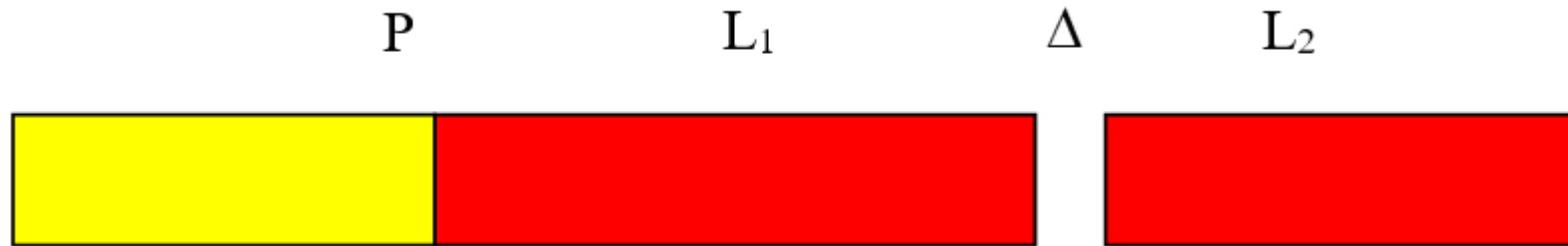
Результаты экспериментов



Результаты экспериментов

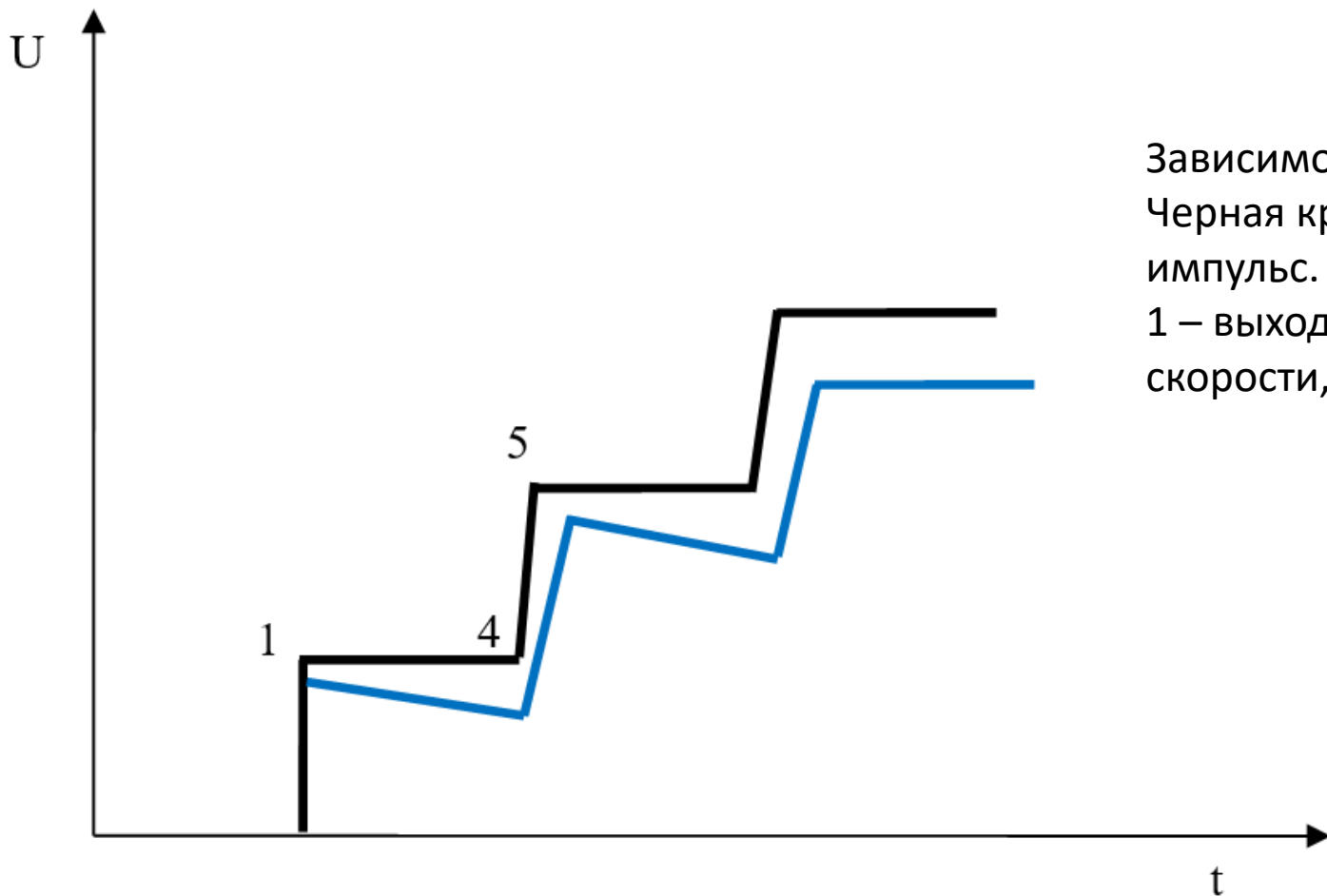
№	зазор, мм	T_1 , мкс	U_1 , км/с	T_2 , мкс	U_2 , км/с
1	0	13.03	1.62	13.95	2.3
2	0.05	13.25	1.95	14.06	2.54
3	0.1	13.27	2.31	14.86	2.92
4	0.2	13.25	2.42	14.95	2.85
5	0.3	13.21	2.51	15.82	3.11
6	0.5	13.26	2.83	16.38	3.55

Геометрия двухслойной пластины



- 1) $\Delta = 0$;
- 2) Δ «большой зазор»;
- 3) Δ «малый зазор»

Зависимость скорости ВГП от времени, сплошная пластина

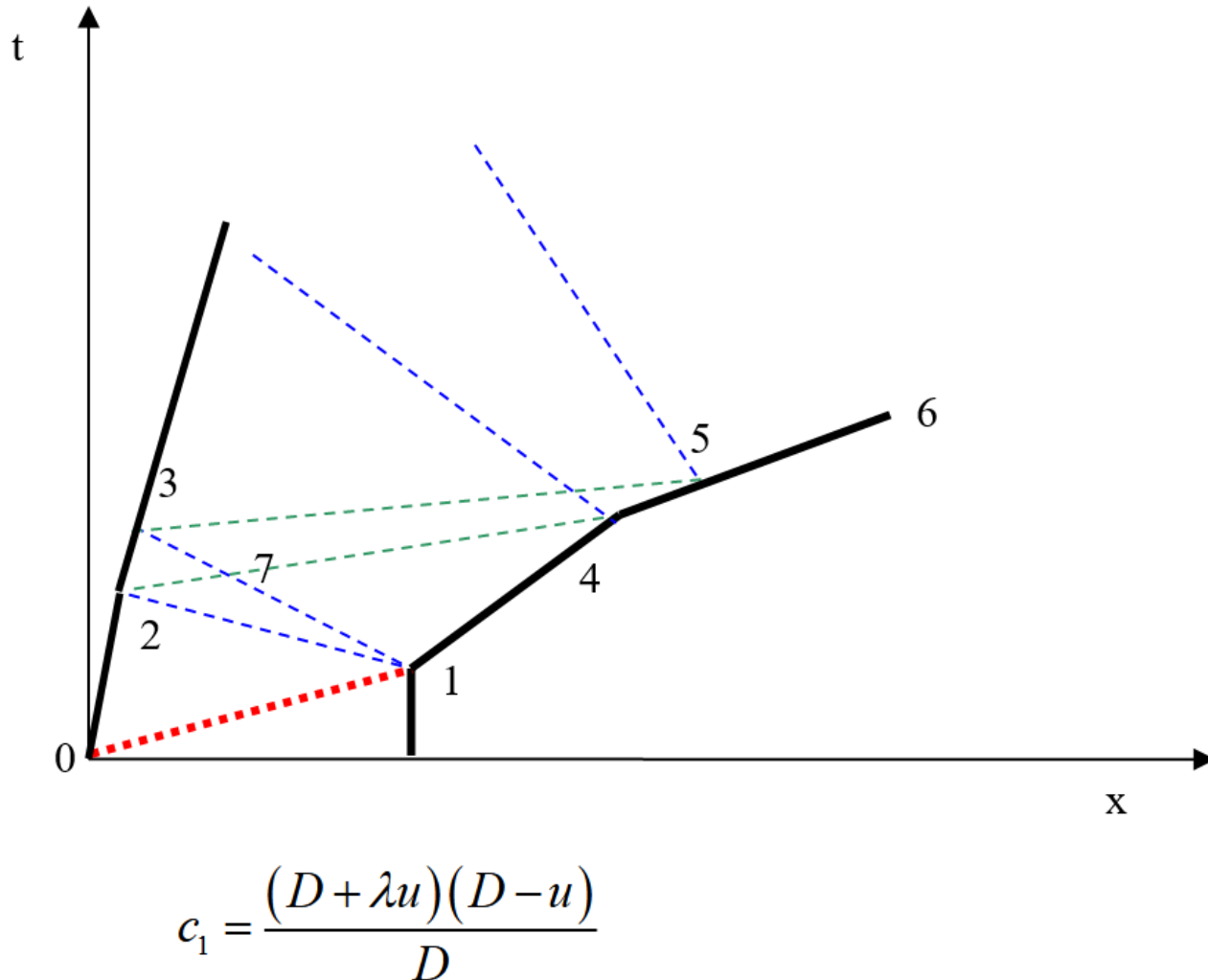


Зависимость скорости ВГП от времени.

Черная кривая – $P = \text{const}$, синяя кривая - треугольный импульс.

1 – выход ударной волны на ВГП, 4 – начало второго скачка скорости, 5 – окончание второго скачка скорости

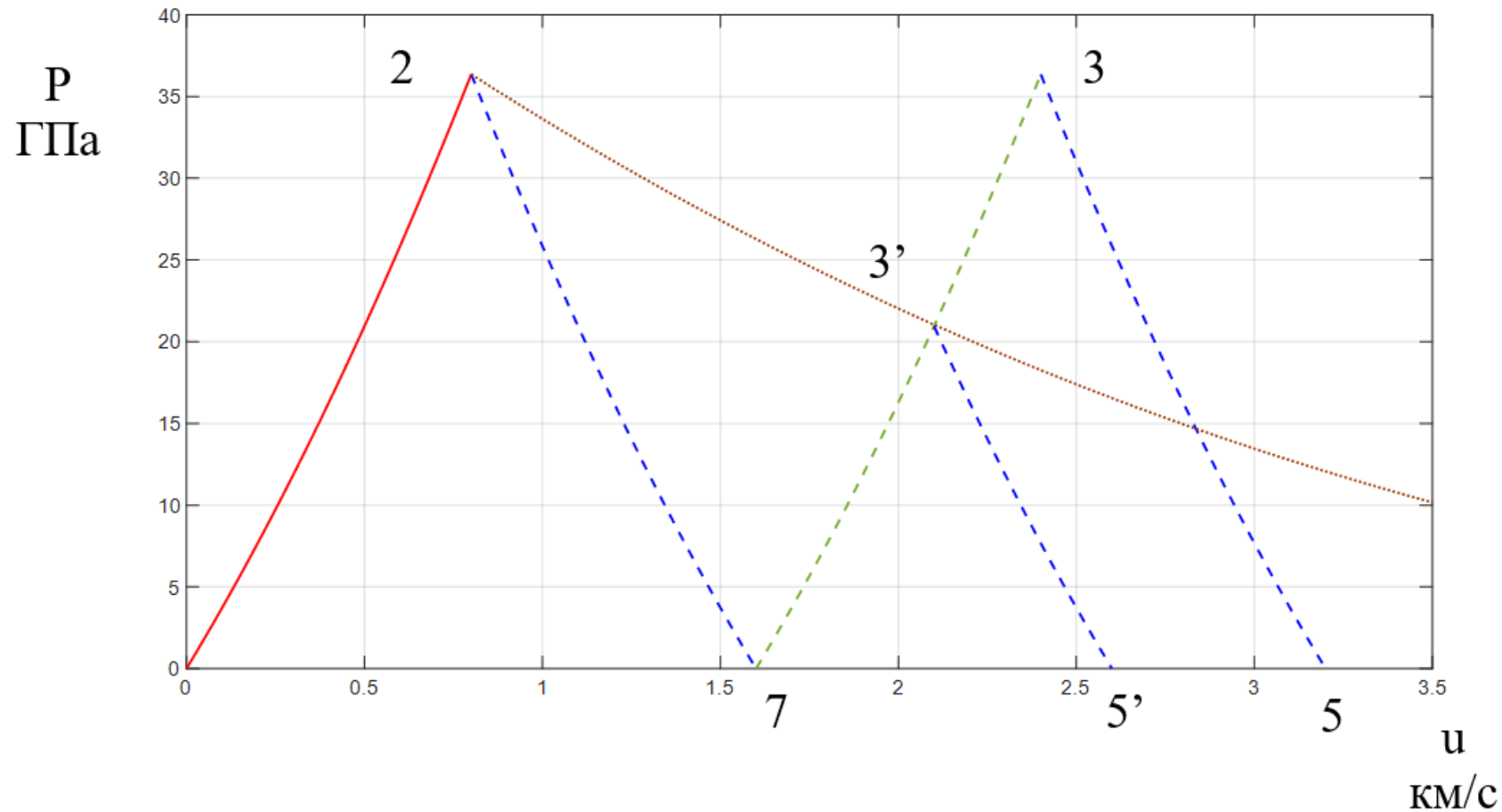
(R-t) диаграмма процесса разгона сплошной пластины



(R-t) диаграмма процесса разгона сплошной пластины.
 Красный пунктир – ударная волна, зеленый и синий пунктиры – характеристики.
 1-2-7 – центрированная волна разрежения, 7-3-5-4 - отраженная простая волна сжатия, 1-4-5-6 – траектория ВГП

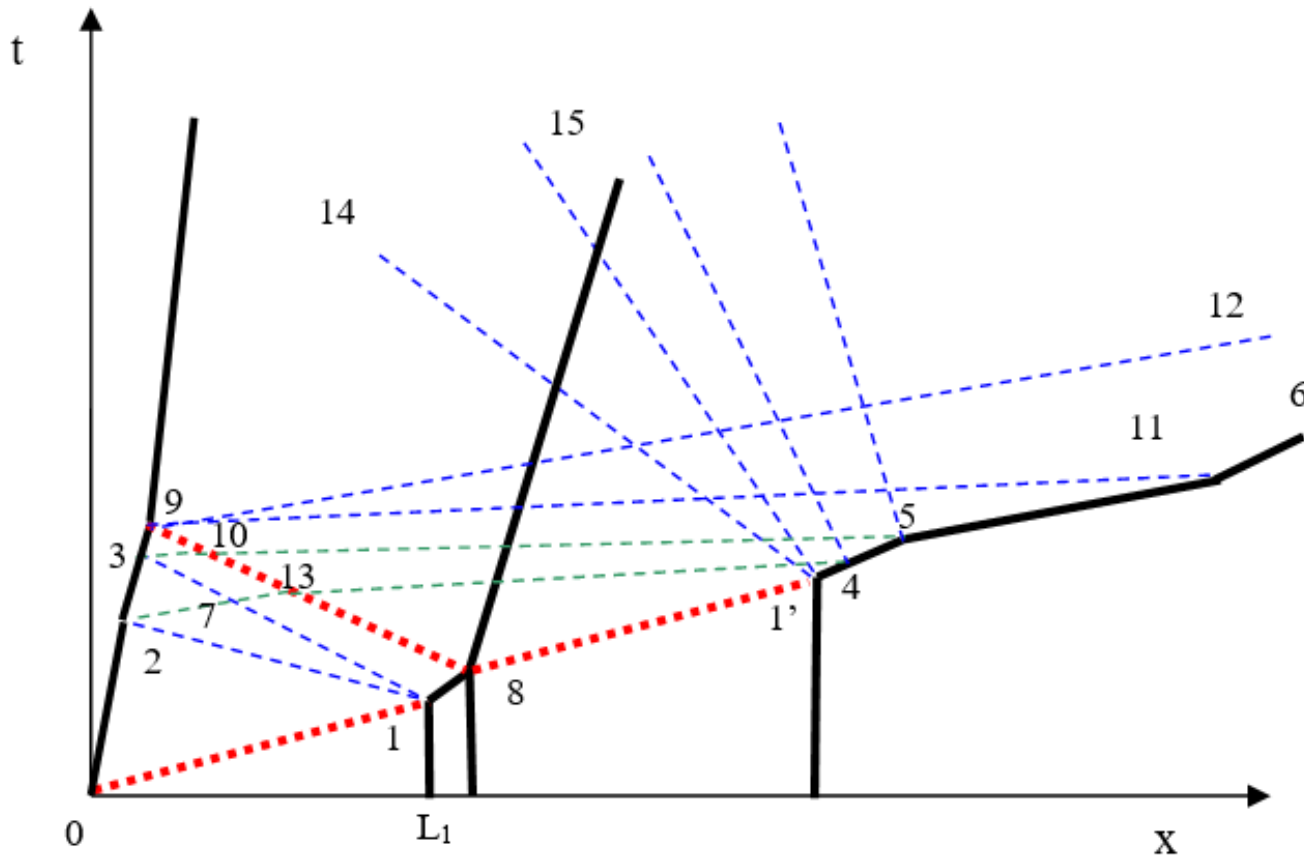
$$t_4 - t_1 = t_1 (D - u) \left(\frac{1}{c_1} \left(1 + \frac{u}{c_0} \right) + \frac{1}{c_0} \right)$$

(P-u)-диаграмма, сплошная пластина



Красная кривая – ударная адиабата нержавеющей стали, синий пунктир – изэнтропа волны разрежения, зеленый пунктир – изэнтропа волны сжатия, точки – изэнтропа ПВ

(R-t) диаграмма процесса разгона составной пластины («большой» зазор)

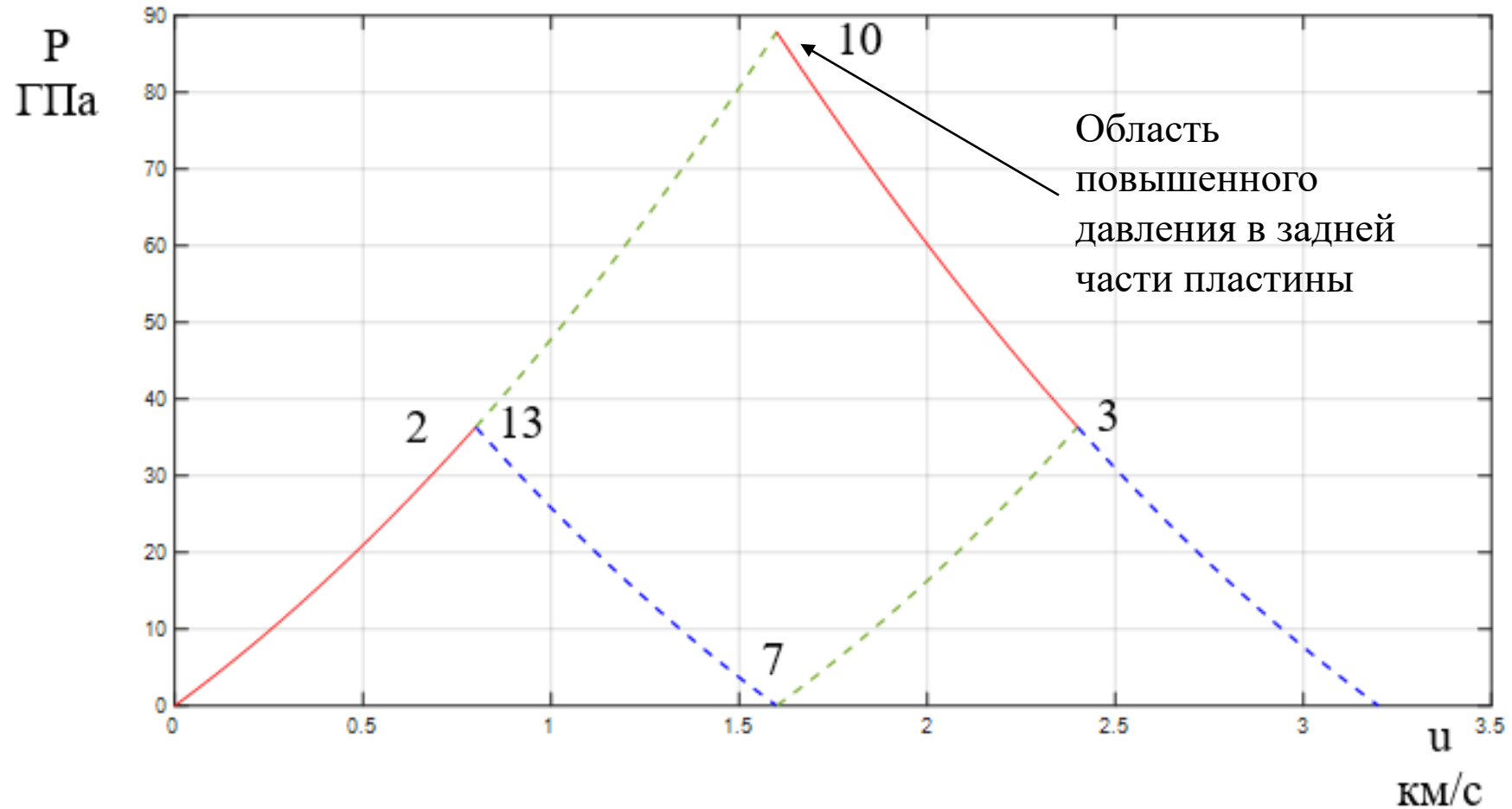


$$\frac{\Delta}{L_1} > \frac{2u}{D} \frac{D - c_0}{c_0 - u}$$

$$\frac{\Delta}{L_1} > 0.09$$

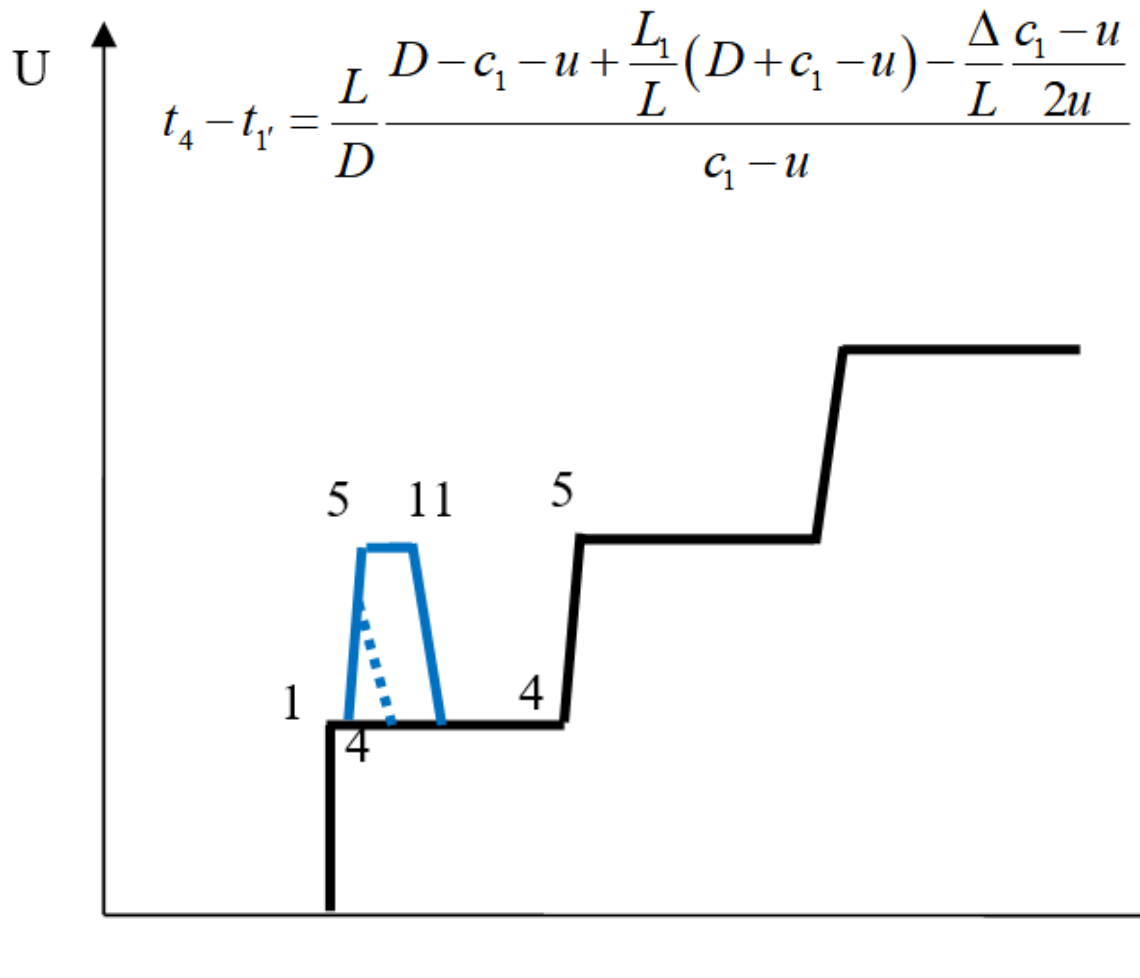
Красный пунктир – ударные волны, зеленый и синий пунктиры – характеристики.
 1-2-7 – центрированная волна разрежения, 7-3-5-4 - отраженная простая волна сжатия,
 4-5-6 – траектория ВГП

(P-u)-диаграмма, «большой» зазор



Красная кривая – ударная адиабата стали, синий пунктир – изэнтропы волн разрежения, зеленый пунктир – изэнтропы волн сжатия

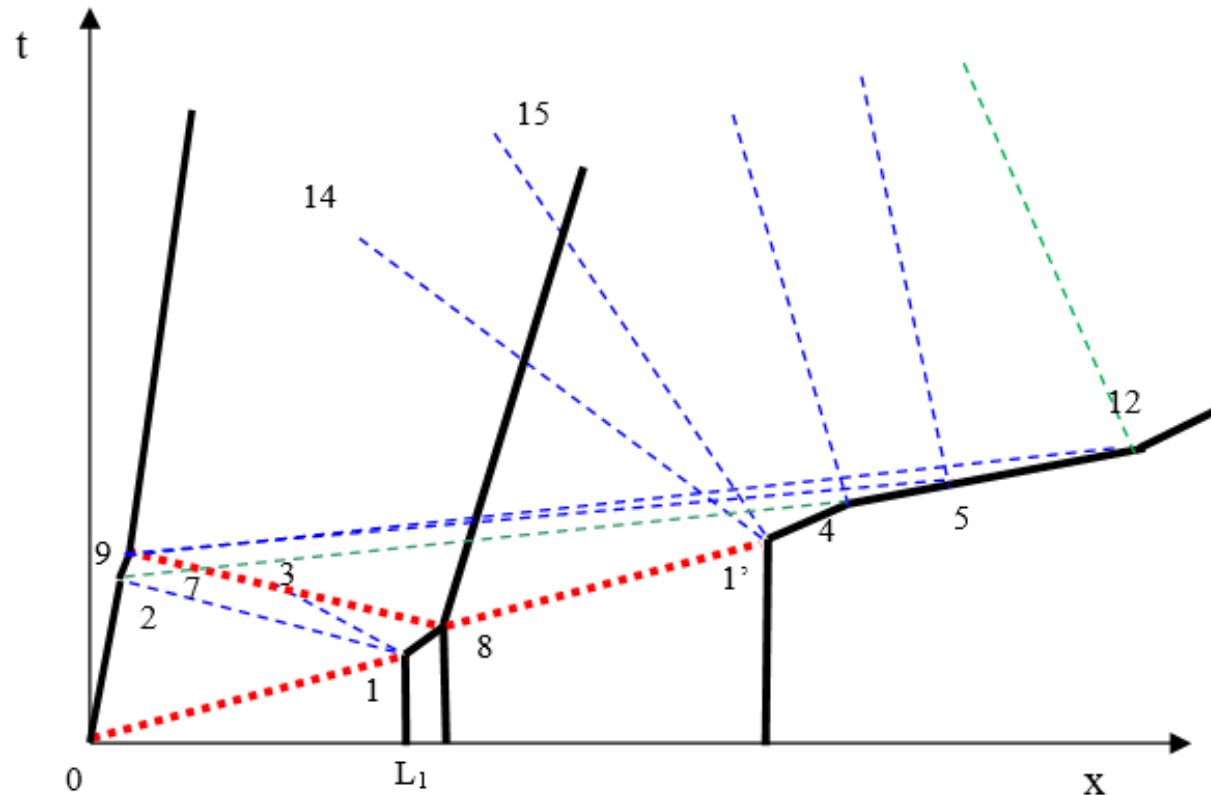
Зависимость скорости ВГП от времени, различные зазоры



Черная кривая – сплошная пластина,
 синяя кривая – составная пластина,
 большой зазор,
 синий пунктир – составная пластина, малый зазор.

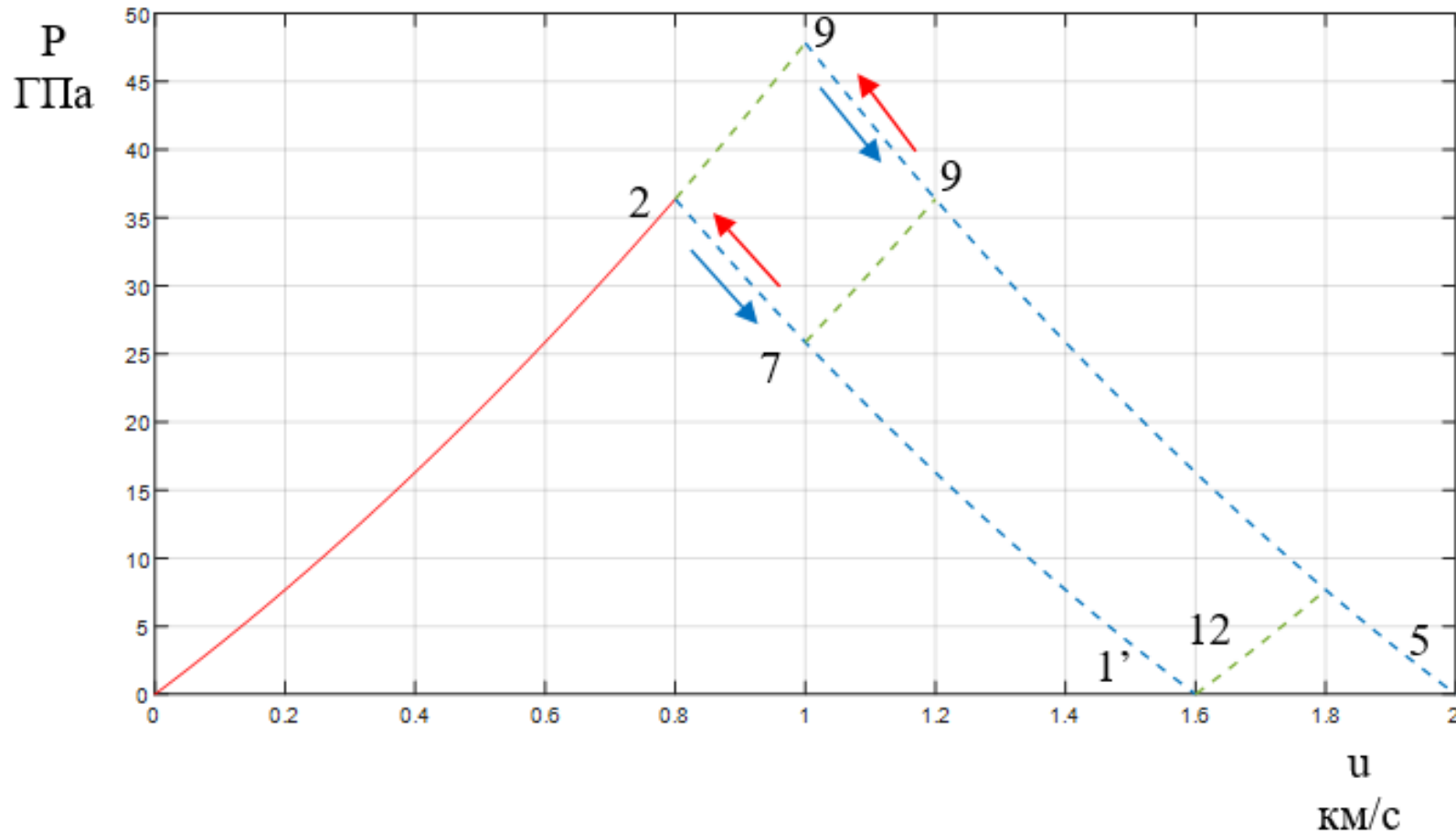
1 – выход ударной волны на ВГП, 4 – начало второго скачка скорости, 5 – окончания второго скачка скорости, 11 – начало спада скорости

(R-t) диаграмма процесса разгона составной пластины («малый» зазор)



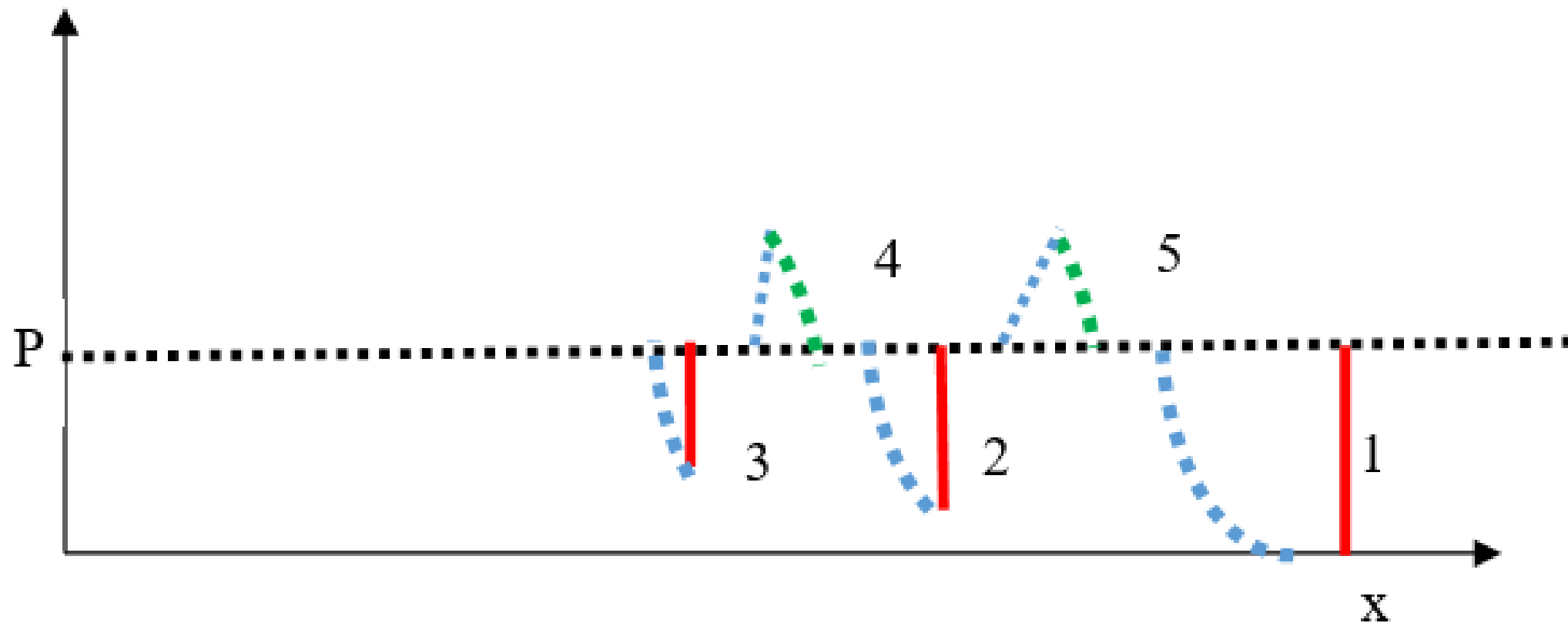
Красный пунктир – ударные волны, зеленый и синий пунктиры – характеристики.
 1-2-3 – центрированная волна разрежения, 7-9-5-4 - отраженная простая волна сжатия,
 5-9-12 – волна разрежения, 1'-4-5-12 – траектория ВГП

(P-u) диаграмма, «малый» зазор



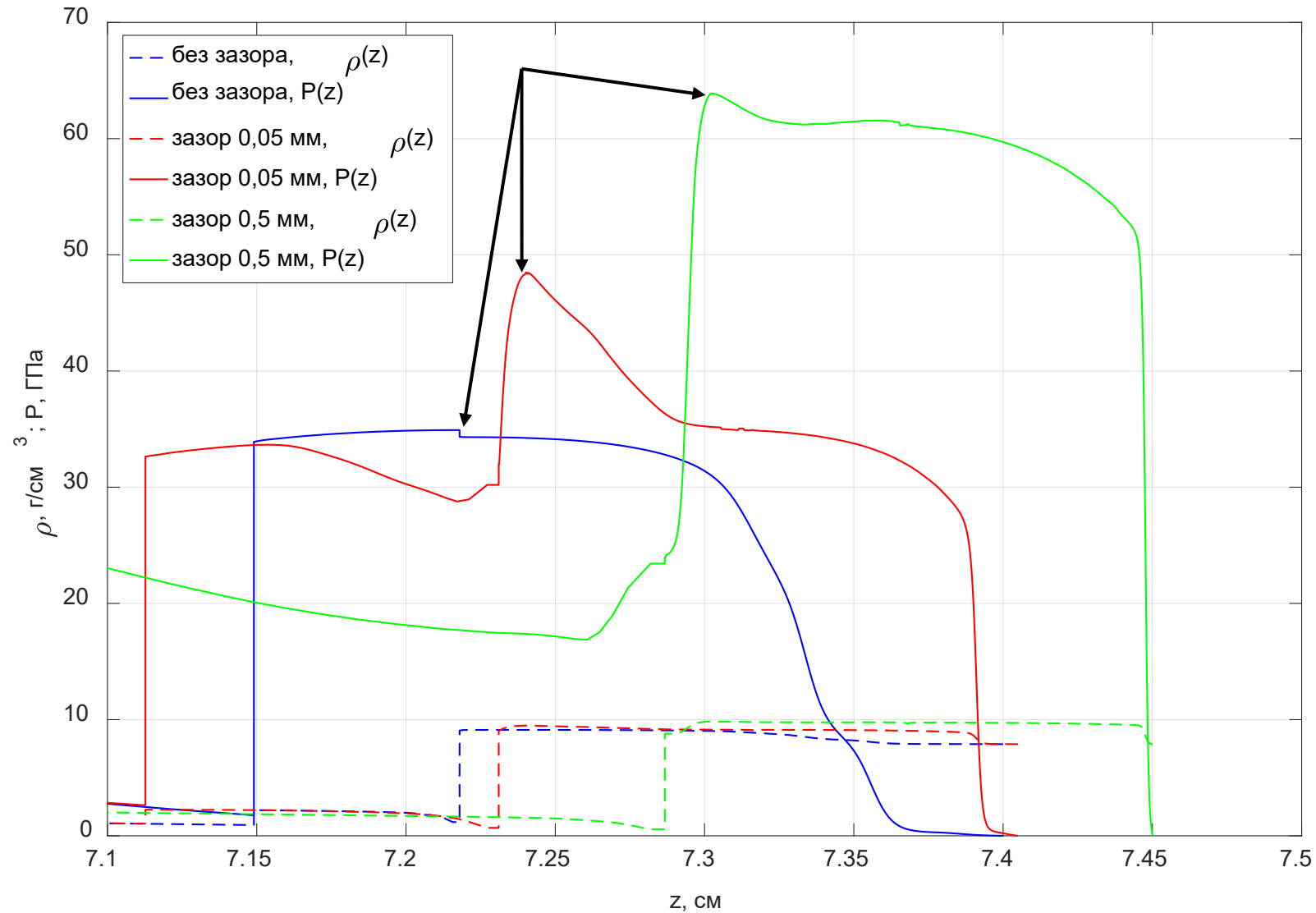
Красная кривая – ударная адиабата стали, синий пунктир – изэнтропы волн разрежения, зеленый пунктир – изэнтропы волн сжатия

Профили давления во внешней пластине на несколько моментов времени, «малый» зазор



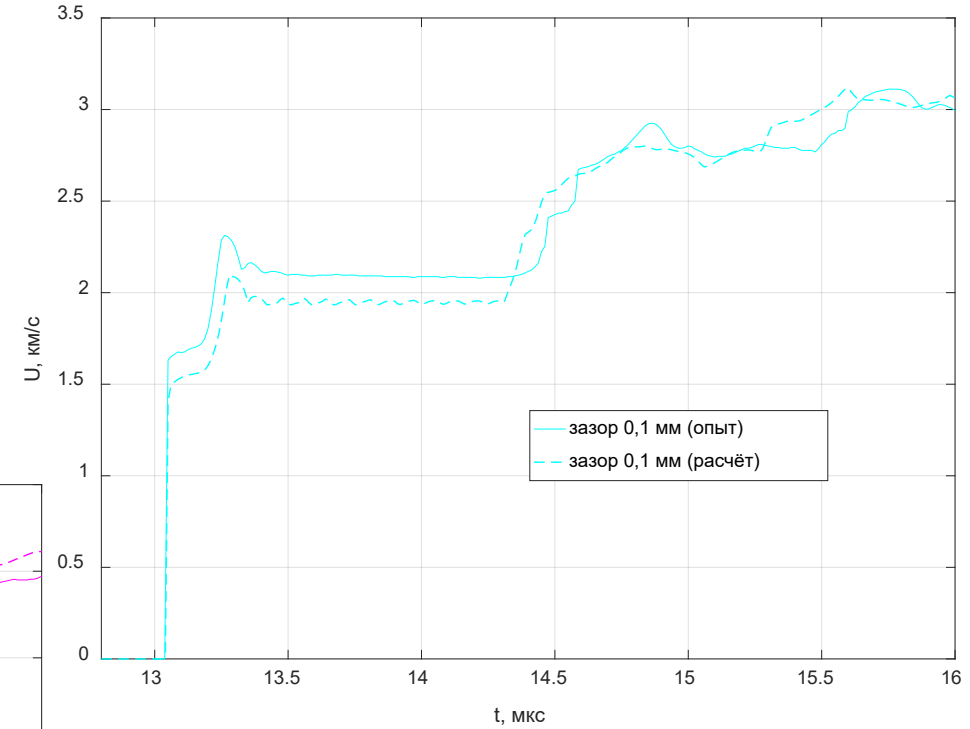
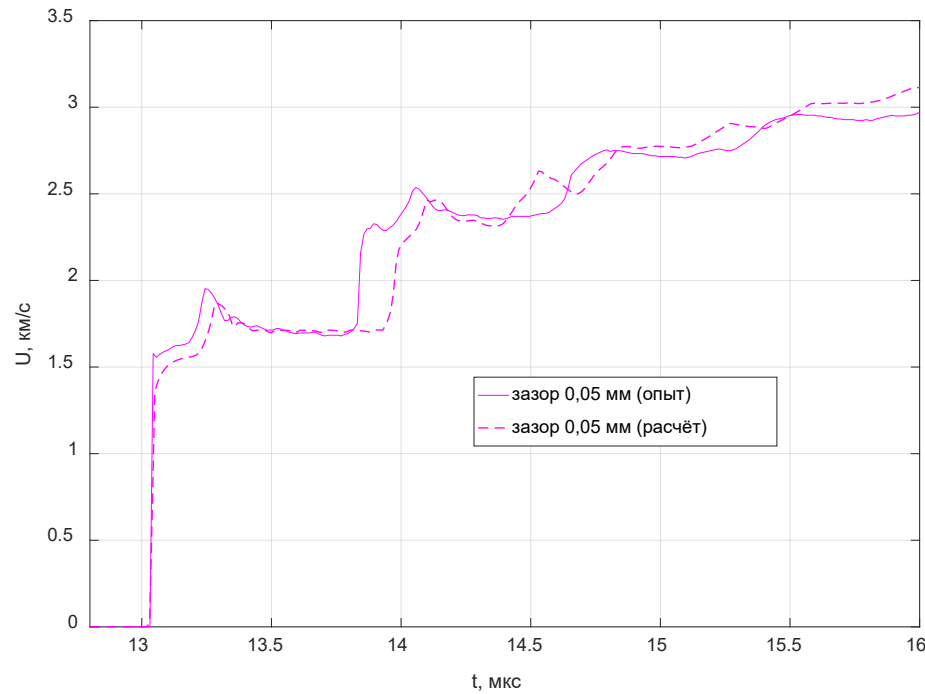
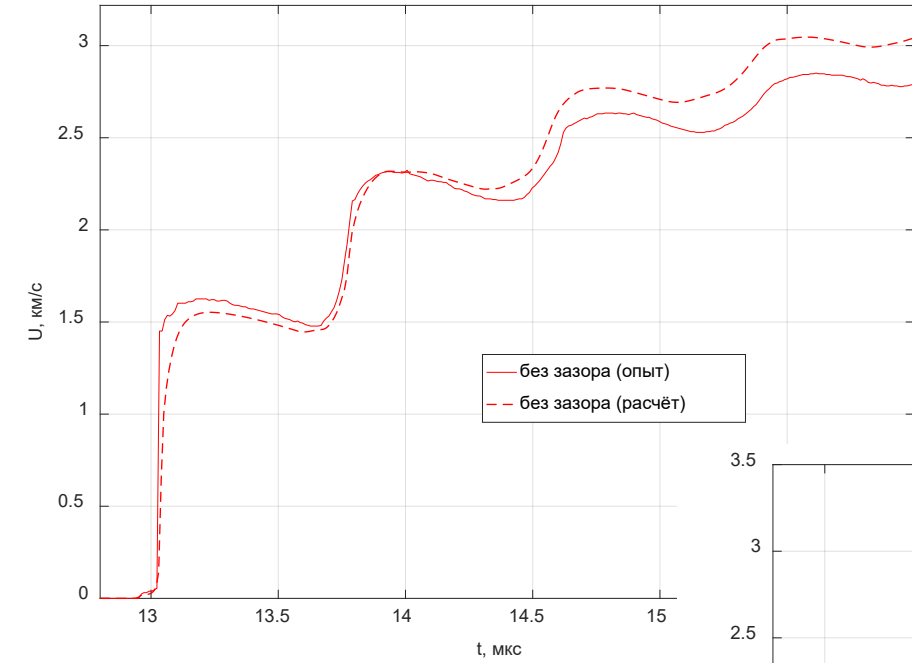
1, 2, 3 - волна разрежения, за которой следует ударная волна,
4, 5 – отраженная волна, передний фронт – волна сжатия, сзади – волна разрежения

Кумуляция энергии, связанная с наличием зазора. Результаты расчётов, «ВОЛНА» [*]



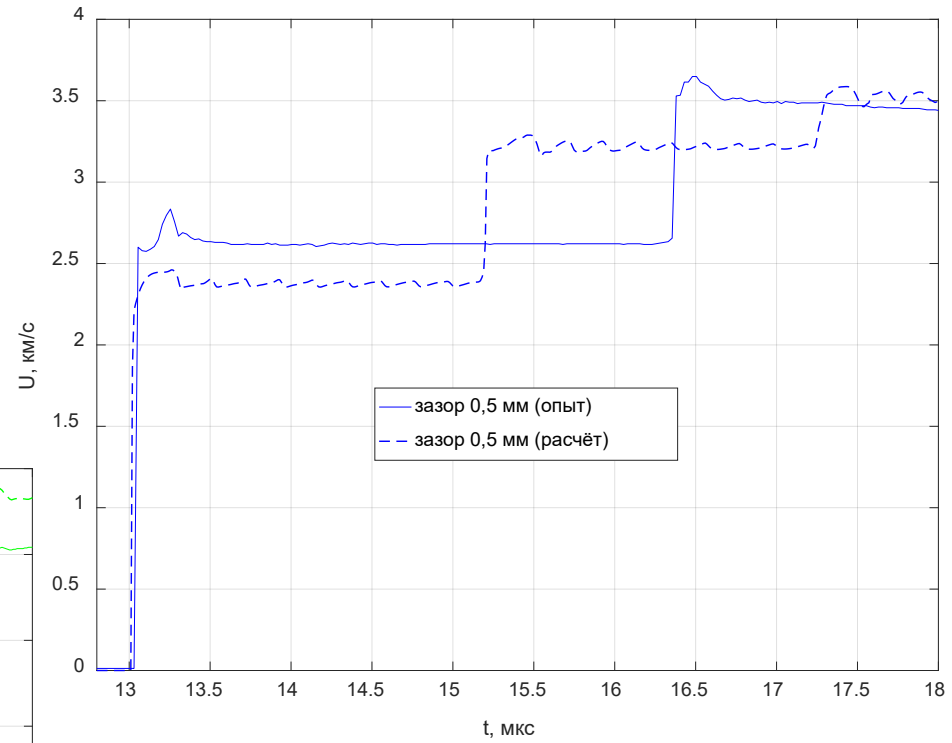
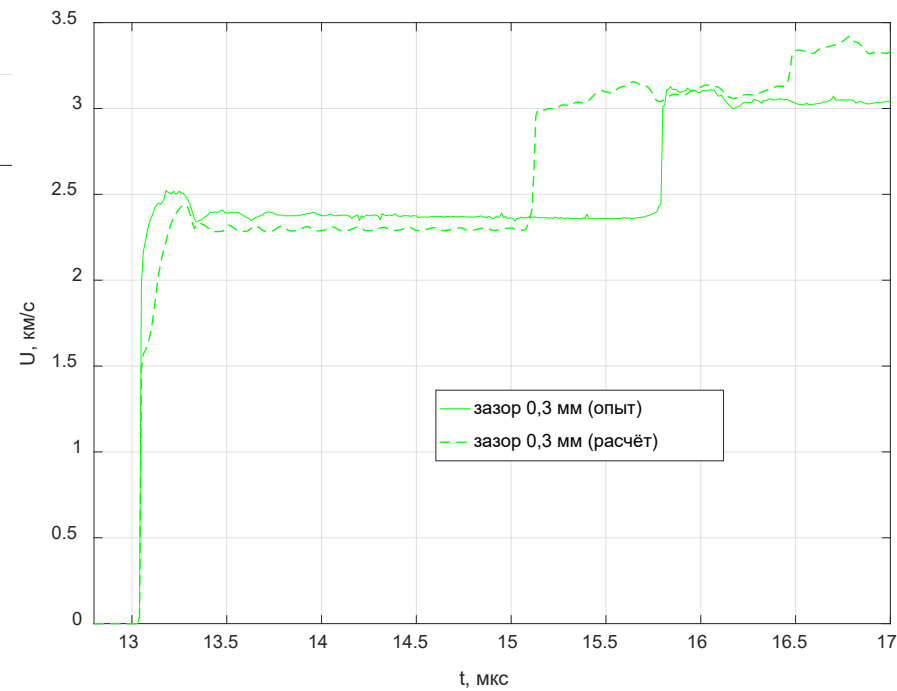
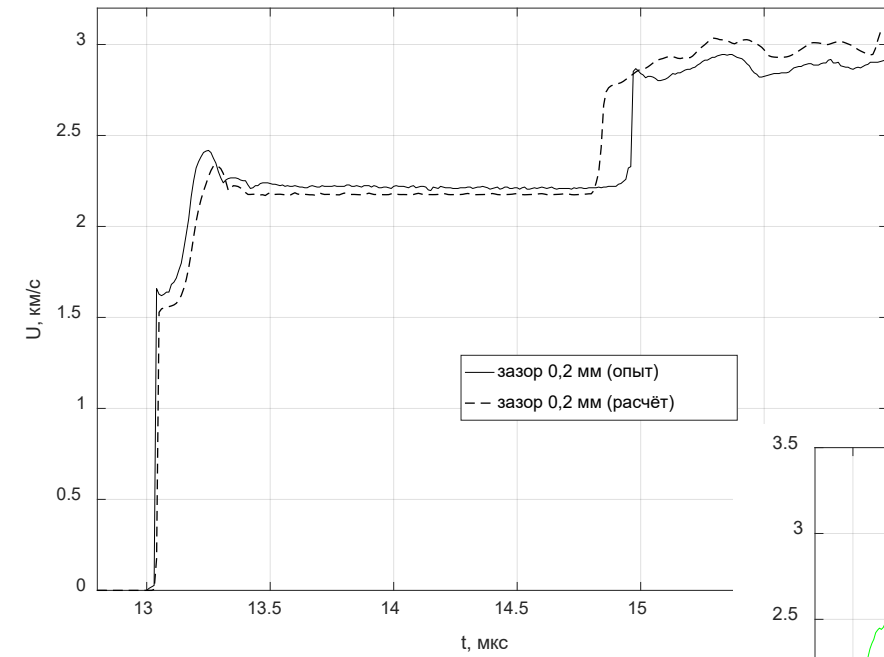
[*] Куропатенко В.Ф., Коваленко Г.В. и др. Комплекс программ ВОЛНА и неоднородный разностный метод расчета движений сжимаемых сред. Вопросы атомной науки и техники, сер. Методики и программы численного решения задач математической физики, 1989, вып. 2, с. 9-25.

Сравнение результатов расчётов и опытов, случаи без зазора и «малых» зазоров

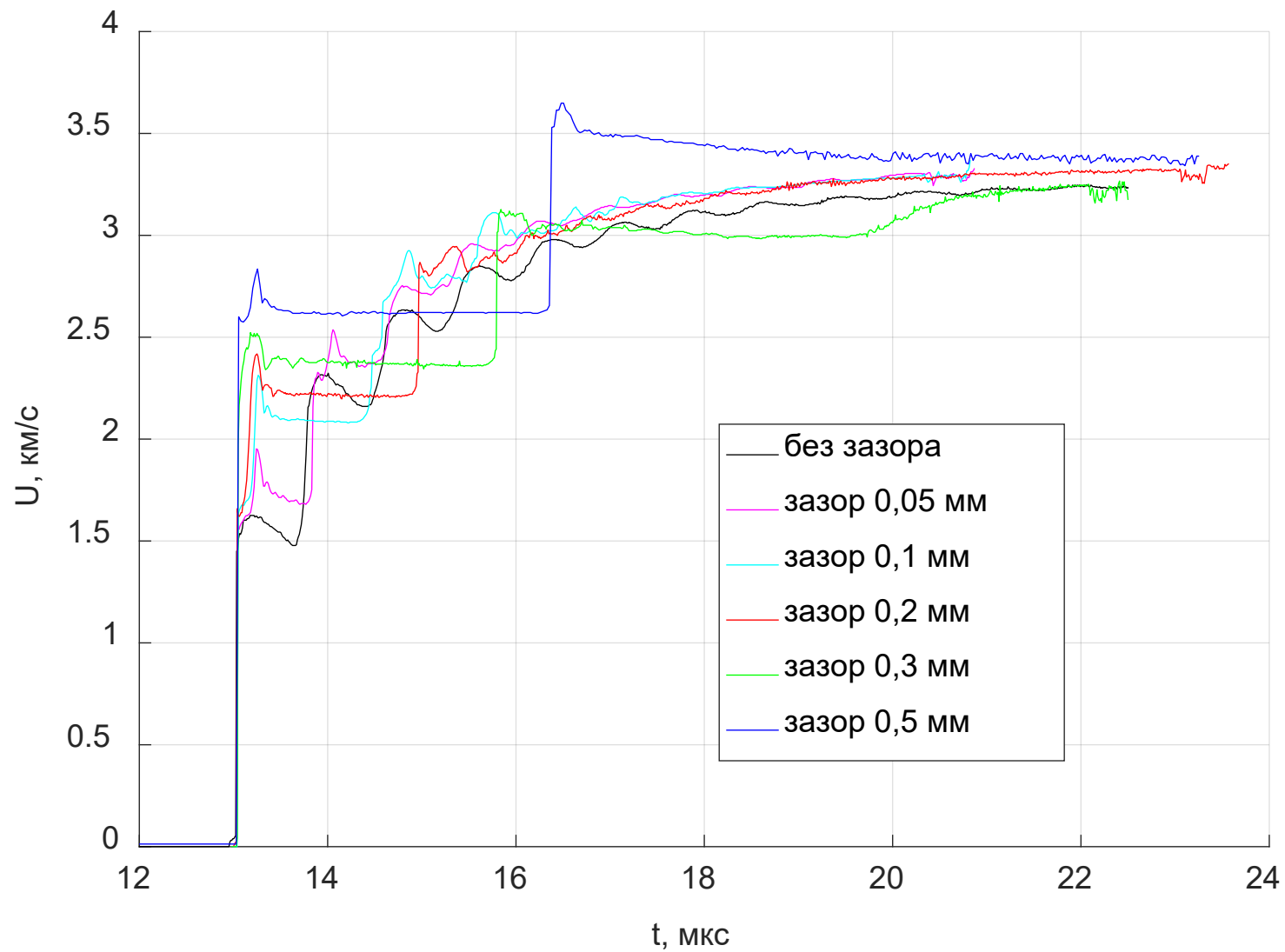


Наблюдаются откольные разрушения

Сравнение результатов расчётов и опытов, «большие» зазоры



Результаты экспериментов



Заключение

Проведены взрывные эксперименты по разгону двухслойной пластины из нержавеющей стали с вариацией воздушного зазора между слоями.

Расчётно-теоретически рассмотрен процесс разгона двухслойной пластины. **В плоской постановке** обнаружена **кумуляция энергии** (область повышенного давления), связанная с перераспределением давления из-за **наличия зазора**.

Выделены случаи «малых» и «больших» зазоров. В случае «малых» зазоров амплитуда дополнительной ударной волны, вызванной наличием зазора, постепенно возрастает при увеличении зазора до определённого порогового значения. При превышении этого значения (случай «больших» зазоров) амплитуда волны далее не меняется.

Проведённые опыты качественно описываются одномерными расчётами.