

УДК 621.981

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГНУТОГО  
ПРОФИЛЯ “ДОРОЖНЫЙ ОТБойНИК” И ОЦЕНКА  
УДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ ПРИ НАЕЗДЕ  
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

**Баранов А.С.<sup>1</sup>, Илюшкин М.В.<sup>2</sup>, Марковцев В.А.<sup>3</sup>**

*1 – нач. НИО-110 АО “Ульяновский НИАТ”*

*2 – к.т.н., зам. генерального директора по науке АО “Ульяновский НИАТ”*

*3 – д.т.н., генеральный директор АО “Ульяновский НИАТ”*

**Аннотация.** В статье приведены технологические схемы, разработанные на АО “Ульяновский НИАТ” для производства профиля “Дорожный отбойник”, а также оборудование для изготовления данного профиля. Проведена оценка конструкции из профиля “Дорожный отбойник” на удерживающую способность при ударе транспортного средства моделированием в программе LS-DYNA. Определены подходы для увеличения точности результатов

**Ключевые слова:** дорожный отбойник, технологические схемы, станок, транспортное средство, LS-DYNA, удерживающая способность.

**RESEARCH OF MANUFACTURING THE BENT PROFILE "ROAD  
FENCE" AND ASSESSMENT OF THE RETENTION OF THE ROAD  
FENCE WHEN HITTING A VEHICLE**

**Baranov A.S. 1, Ilyushkin M.V. 2, Markovcev V.A. 3**

*1 – Head of department PC "ULYANOVSK NIAT"*

*2 – Deputy of general director in science PC "ULYANOVSK NIAT", c.t.s.*

*3 – General director in science PC "ULYANOVSK NIAT", d.t.s.*

**Abstract.** The article presents the technological schemes developed at JSC "Ulyanovsk NIAT" for the production of the profile “road fence”, as well as equipment for the production of this profile. The design of the “road fence” was evaluated for its retention when the vehicle was hit by modeling in the LS-DYNA program. Approaches for increasing the accuracy of results are defined.

**Key words:** road fence, technological schemes, LS-DYNA, equipment, vehicle, retention.

В настоящее время в рамках реализации федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России» в строительстве новых и в реконструкции старых автодорог и мостов широко применяются дорожные ограждения на основе профиля отбойник (рис.1). Дорожные ограждения разделяют встречные полосы движения на многополосных магистралях, а также устанавливаются по обочинам опасных участков автодорог, проходящих по склонам, рядом с горными обрывами или вблизи берегов водоемов, на высоких насыпях, мостах, эстакадах — везде, где выезд

автомобиля за пределы проезжей части дороги может создать угрозу безопасности движения.

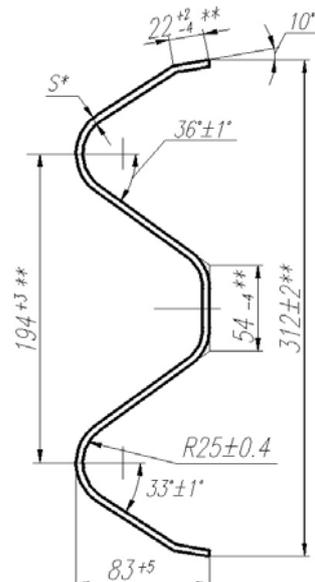


Рис. 1. Дорожное ограждение

Одним из основных предназначений дорожных ограждений является удержание автомобиля на проезжей части. Стальная конструкция, деформируясь, принимает на себя силу удара, а автомобиль, оттолкнувшись от ограждения, возвратится на проезжую часть дороги. Оградительные конструкции обладают жесткостью, обеспечивающей восприятие больших воздействующих на них сил (удар от движущегося автомобиля), и вместе с тем остаются достаточно упругими, чтобы амортизировать при таком ударе. Благодаря сегментной конструкции ограждений можно быстро и без значительных затрат произвести замену деформированных элементов.

В данной статье рассматривается технология получения одного из элементов дорожного ограждения (гнутый профиль “Дорожный отбойник”) при различных схемах деформирования и наезд на конструкцию из этого профиля транспортного средства.

Особенностью профиля “Дорожный отбойник” является наличие двух ребер жесткости глубиной 83 мм с отбортовками при их вершинах.

Одной из основных проблем, возникающих при изготовлении такого профиля, является дефект кромковой волнистости, который проявляется в результате образования продольных деформаций по горизонтальным полкам.

Основой получения бездефектного профиля является разработка технологических схем и режимов формообразования, что включает в себя определение количества технологических переходов, выбор оптимальных углов подгибки, последовательность подгибки элементов. Это и является первостепенной задачей, подлежащих рассмотрению.

При разработке технологической схемы были проработаны несколько вариантов формовки, а именно: последовательная схема за 16 технологических переходов – плавная подгибка рифтов с отбортовками с одинаковыми углами подгибки и параллельная схема за 12 технологических переходов – интенсивная подгибка рифтов с отбортовками (рис.2). Основным критерием выбора было равномерное перемещение отбортовки по переходам. При этом толщина изменяется от 2 до 4 мм.

Сравнить несколько предложенных схем помогают средства компьютерного моделирования, например, использование программы LS-DYNA. АО «Ульяновский НИАТ» использует эту программу для моделирования различных технологических процессов, в том числе для моделирования различных технологических схем и роликовых калибров.

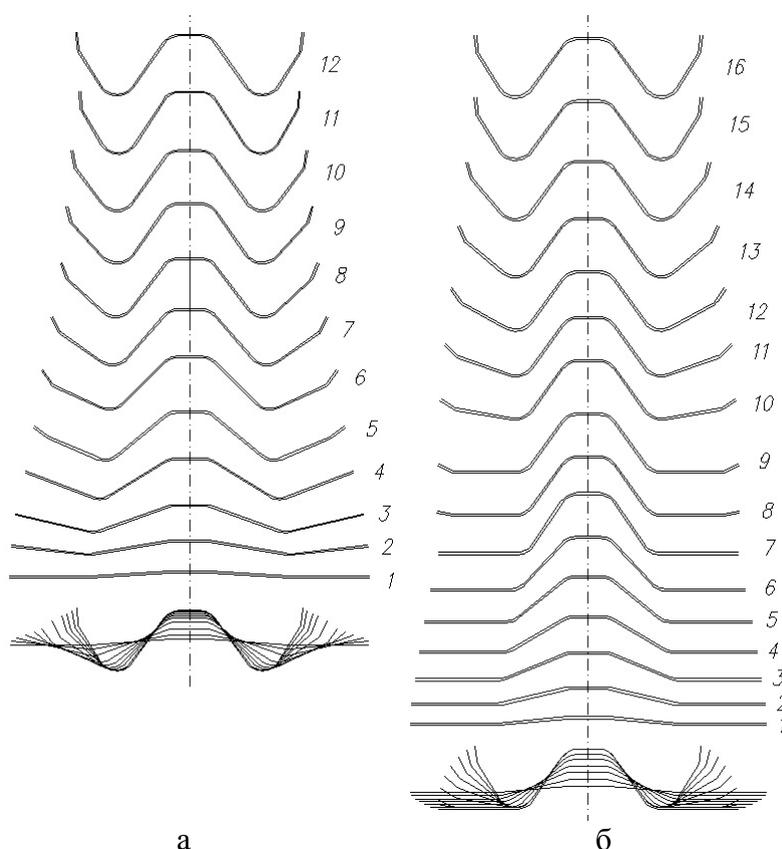


Рис. 2. Варианты технологических схем: а – одновременная схема подгибки элементов (12 переходов), б – последовательная схема подгибки (16 переходов)

Специалистами АО «Ульяновский НИАТ» была разработаны и с успехом внедрены на многих предприятиях России (завод «Металлостройдеталь-3», г. Пенза, ОАО «КТЦ «Металлоконструкция», г. Ульяновск, г. Якутск, ООО ПКФ «Иристон», г. Златоуст) автоматизированные линия изготовления профилей дорожного ограждения.

Все профили (рис. 1), применяемые в дорожных ограждениях, можно изготовить, используя станок типа ГПС-500М16 и технологическое оснащение к нему.



Рис. 3. Гибочно-прокатный стан ГПС500-М16

Станок выпускается в АО «Ульяновский НИАТ» и отличается мобильностью переоснащения, компактностью, экономичностью, имеет малое энергопотребление, время переналадки технологической оснастки при переходе с одного профиля на другой составляет не более 60 мин, что позволяет постоянно увеличивать номенклатуру и объем выпуска профилей. Данное оборудование позволяет получить профиль с заданной продольной кривизной в соответствии с радиусом поворота участка дороги. Минимальный радиусгиба — 0,5–1 м. Точность радиуса —  $\pm 5$  мм.

Дорожные ограждения, производимые на данном оборудовании, имеют удерживающую способность до 600 кДж.

Тенденции нового времени - это уменьшения толщины исходной заготовки с 4 до 2 мм, при этом возможно образования дефекта кромковой волнистости (рис. 4а). Это проблема обычно успешно решается сотрудниками АО «Ульяновский НИАТ» путем подстройки роликовых калибров (рис. 4б).

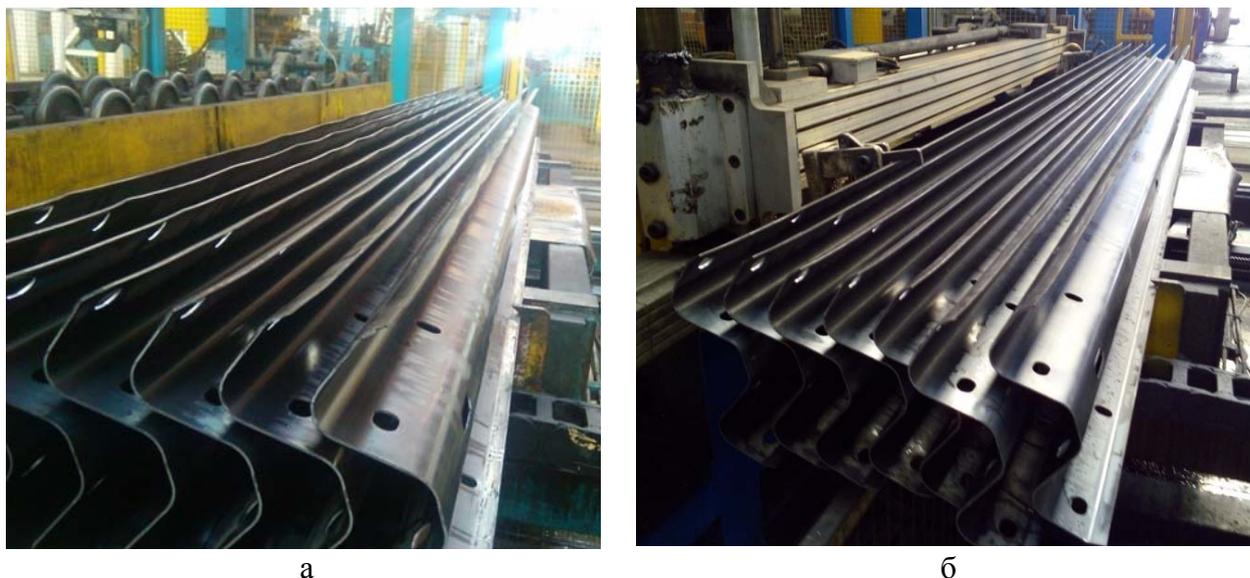


Рис. 4. Практические испытания: а - наличие дефекта кромковой волнистости,  
б - кондиционный профиль без дефектов

Снижение толщины исходной заготовки приводит к уменьшению удерживающей способности дорожного ограждения, что может привести к дорожным авариям. Но ограждения в зависимости от расположения (класс дорог, количество автомобилей в сутки и т.д.) может иметь различную удерживающую способность [4].

Оценить удерживающую способность при наезде транспортного средства позволяют программы компьютерного моделирования, например программа LS-DYNA, в которой может быть смоделирован процесс удара транспортного средства (легкового, грузового автомобиля или автобуса) о дорожное ограждение. При этом расчет может быть выполнен для различных конструкций ограждения, например при варьировании толщины компонентов ограждения (отбойника, стоек, амортизаторов и т.п.) и выбран вариант с минимальной металлоемкости конструкции, но имеющих требуемую удерживающую способность.

Для получения точных данных требуется соблюдения определенной методики при проведении данных исследований, что включает в себя несколько этапов:

- практическое испытание дорожного ограждения на испытательном полигоне методом наезда автомобиля или автобуса с оформлением протокола испытания;

- моделирование данного процесса в программе инженерного анализа LS-DYNA;

- сравнение результатов (валидация процесса) моделирования и практического испытания. Соответственно результаты должны иметь погрешность не более 10-15%;

- варьирование конструкции из дорожного ограждения и моделирование каждого варианта с целью определения наилучшего варианта.

Как видно при таком подходе практическому испытанию подлежит только одно ограждение, а лучший вариант с точки зрения минимальной металлоемкости и максимальной удерживающей способности получаются средствами компьютерного моделирования. При этом адекватность подтверждается валидацией исходного испытания.

Одной из сложных задач моделирования является точный учет всех параметров:

- точные модели материала ограждения и транспортные, учитывающие кривые упрочнения от скорости деформации;
- адекватные модели материала грунта, бетона;
- предварительная затяжка болтовых соединений, анкеров и т.п.

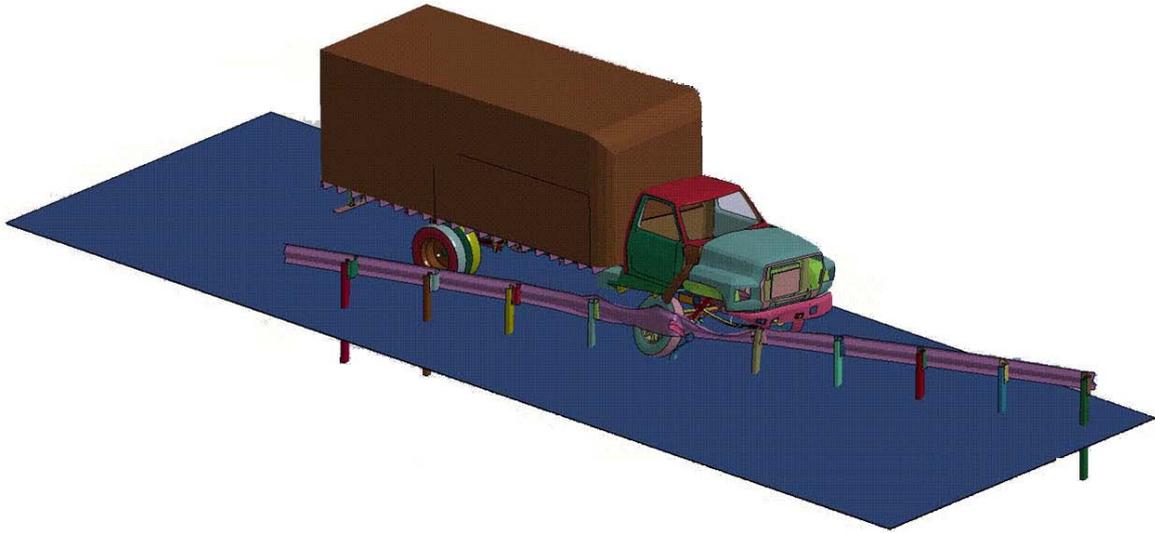
Только в этом случае валидация будет проведена успешно и как следствие, моделирование будет совпадать с практикой.

Сотрудники АО «Ульяновский НИАТ» протестировали наезд различных транспортных средств на дорожное ограждение (рис. 4)

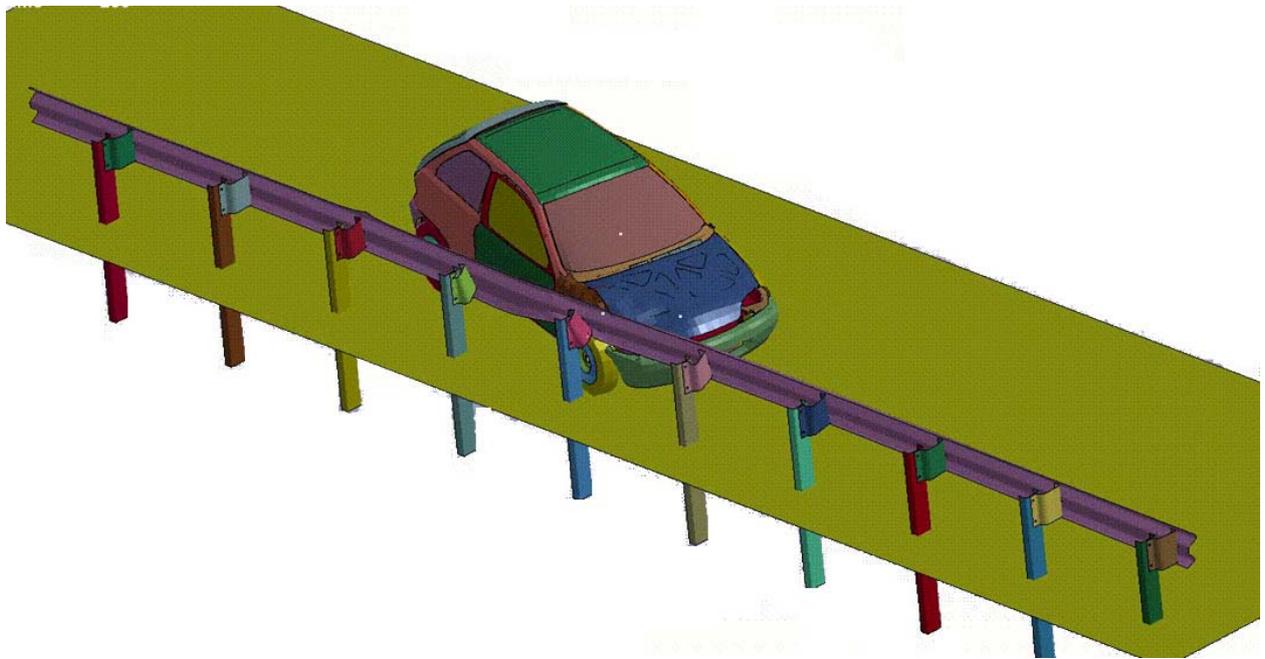


Рис. 4. Пример дорожного ограждения, состоящий из профилей дорожный отбойник, С-образный профиль, амортизатор

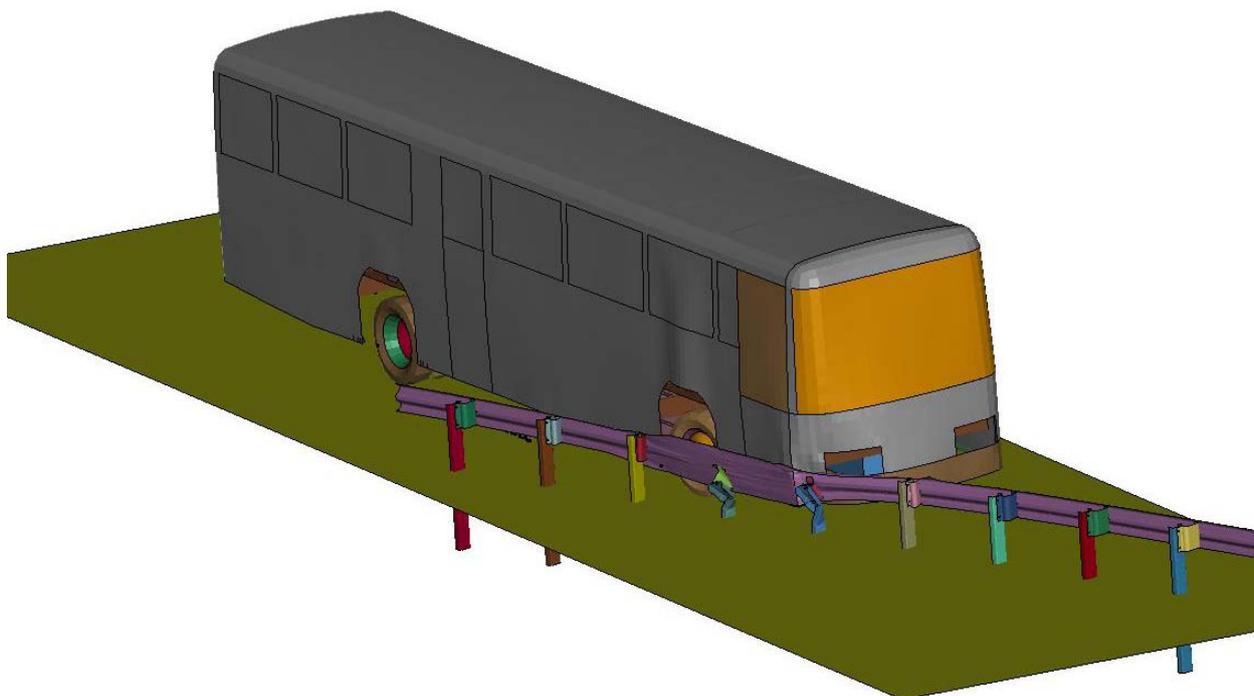
Модель транспортного средства по массовым и габаритным размерам должна соответствовать практическому испытанию. На транспортное средство задается начальная скорость, и вращение колес также соответствует начальной скорости без проскальзывания. Определяется сила тяжести на все объекты модели. Определяется контакт со всеми частями модели. Транспортное средство располагается под заданным углом к ограждению, в данном случае 20 градусов.



а



б



с

Рис. 5. Результаты моделирования наезда транспортного средства на дорожное ограждение: а – грузовой автомобиль, б – легковой автомобиль, с - автобус

Использование средств компьютерного моделирования позволяет подобрать конструкцию дорожного ограждения, имеющей минимальную металлоемкость при максимальном удерживающем эффекте. При этом затраты на моделирование значительно меньше по сравнению с практическим испытанием, кроме того время требуемое на моделирование с каждым годом уменьшается в связи с применением более высокопроизводительных вычислительных систем.

### **Библиографический список**

1. Илюшкин М.В., Марковцев В.А., Баранов А.С. Математическое моделирование в программе LS-DYNA процесса изготовления гнутых перфорированных профилей на автоматизированной линии на базе станка ГПС // Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях (ИАМП-2010 года): материалы 7-й Всероссийской научно-техн. конф.-Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-т, 2010.-с. 53-57.
2. Лапин В.В., Баранов А.С., Филимонов С.В. Особенности отработки технологии изготовления в роликах Т-образного профиля типа // Формообразование гнутых профилей: теория и практика. (2012 г.): Сборник

научных трудов / под науч. ред. д-ра техн. наук, профессора В.И. Филимонова. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – с. 40-46.

3. Марковцев В.А., Илюшкин М.В., Баранов А.С. Математическое моделирование процесса изготовления профиля из листовых заготовок с малыми относительными радиусами зон сгиба // Формообразование гнутых профилей: теория и практика. (2012 г.): Сборник научных трудов / под науч. ред. д-ра техн. наук, профессора В.И. Филимонова. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – с. 64-70.

4. ГОСТ 33129-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Методы контроля.