

ИНФОРМАТИКА. КИБЕРНЕТИКА

МРНТИ 20.53.19, 53.01.77

*Б.Ш. Кулпешов¹, Т.С. Мустафин¹, А.Ж. Толгожинова²,
С.А. Мустафин³*

¹Казахстанско-британский технический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева,
г. Алматы, Казахстан

³Институт информационных и вычислительных технологий,
г. Алматы, Казахстан

ОБЗОР МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ДЛИНЫ ПОЛОСЫ В РУЛОНЕ

Аннотация. Приведен обзор методов оценки длины полосы прямоугольной формы, скатанной в рулон. Задача оценки длины полосы прямоугольной формы, скатанной в рулон, имеет достаточно большую предысторию. На данный момент в связи широким внедрением вычислительной техники появились автоматизированные системы, решающие обозначенную задачу, все эти системы основаны на известных подходах, так или иначе дающих решение. Несмотря на достоинства предлагаемых методов они все имеют один общий недостаток – сложность осуществления ряда этапов подготовки задачи к решению, недостаточная наглядность протекания процесса вычислений, сложность изменения параметров этих процессов при каждом новом случае объекта рассмотрения с последующим привлечением ЭВМ. Предложен практический метод, отличный от ранее предложенных. Основное его достоинство заключается в доступности, простоте и легкости исполнения метода в производственных условиях.

Ключевые слова: рулон, инструментальные средства, площадь, длина полосы, двусторонняя измерительная линейка.

• • •

Түйіндеме. Орамға оралған тікбұрышты пішіндегі жолақтың ұзындығын бағалау міндетінің тарихы бай. Қазіргі уақытта компьютерлік технологияның кеңінен енгізілуіне байланысты белгіленген мәселені шешетін автоматтандырылған жүйелер пайда болды. Барлық осы жүйелер белгілі тәсілдерге негізделген, қандай да бір жолмен шешім шығарады. Ұсынылған әдістердің артықшылықтарына қарамастан, олардың бөрінде бірдей жалпы кемшілік бар – олар қарау объектісінің әрбір жаңа жағдайында, содан кейін компьютерлерді тарта отырып, деректерді үнемі жаңартып отыруды қажет етеді. Ұсынылған жұмыста орамға оралған тікбұрышты пішіндегі жолақтың ұзындығын бағалау әдістеріне шолу жасалады. Бұрын ұсынылғаннан өзгеше практикалық әдіс ұсынылған. Оның басты артықшылығы – өн-

діріс жағдайында әдісті орындаудың қол жетімділігі, қарапайымдылығы және жеңілдігі.

Түйінді сөздер: орам, құрал-саймандар, алаң, жолақ ұзындығы, екі жақты сызғыш.

• • •

Abstract. This article reviews methods for estimating the length of a rectangular strip rolled into a bolt. The problem of estimating the length of a rectangular strip rolled into a bolt has a fairly long background. Today, due to the widespread introduction of computer technology, automated systems dedicated to address this problem, all of these systems are based on well-known approaches that provide solutions one way or another. Despite the advantages of the existing methods, they all have one common drawback - they require a constant update of the data in each new case of the subject with the subsequent involvement of computers. We have proposed a practical method that differs from the existing ones. Its main advantage is the availability, simplicity and ease of application in industrial contexts.

Keywords: roll, tools, area, strip length, double-sided ruler.

Введение. В данном обзоре рассматриваются методы определения геометрических параметров ряда объектов отраслей промышленности, в производственном цикле которых имеется необходимость измерения длины металлической полосы на промышленных предприятиях, в частности, в машиностроительной индустрии, производственный цикл которой имеет необходимость раскраивать на фигуры заданных размеров из материала прямоугольной формы, представленных в виде рулонов лент, полос, прямоугольных листов и т.д. Как оказалось, результаты измерений могут быть использованы при решении ряда логистических задач для оптимальной упаковки материалов, имеющих ограничения на габариты, объем и грузоподъемность. Во многих случаях, для удобства транспортировки ввиду габаритов в рулоны свертывают такие предметы, как металлические полосы (листы), строительные материалы, искусственный газон и т.д., имеющих прямоугольную форму.

Цель статьи – краткий аналитический обзор особенностей применения геометрического моделирования задач определения длины металлической полосы прямоугольной формы в рулоне, используемой для в различных отраслях знаний - рассмотрение и анализ методов определения длины свернутой в рулон металлической полосы прямоугольной формы, а также предложение своего решения обозначенной задачи.

Методы исследований. Используются общенаучные методы: статистический и сравнительный анализ, классификация, интегральное исчисление, ранжирование, системный подход.

Предметом рассмотрения являются нетрадиционные методы оценки длины металлической полосы прямоугольной формы, скатанной в рулон.

Области применения: машиностроение, металлургия, логистика, легкая промышленность, строительство, лесоведение и т.д.

Металлическая полоса является продуктом металлопроката, применяемый на данный момент в достаточно широком спектре отраслей промышленности это, и строительная отрасль, и производство мебели, автомобилей, а также оснащения разного уровня сложности изделий машиностроительной, а также в электроэнергетической отрасли. Для определения измерения длины полосы металла в рулоне созданы и эксплуатируются специальные калькуляторы - системы автоматизированного измерения длины металлической полосы прямоугольной формы [1]. Математической моделью торца рулона является плоская спираль [2]. Рулон - цилиндрическая упаковка ленты материала, представленная например, металлической лентой в виде листа, имеющего прямоугольную форму определенных параметров. методом наматывания на жесткий вал или гильзу цилиндрической формы. Естественно, возникают задачи, решение которых направлено на извлечение геометрических характеристик рулона, позволяющих далее находить габариты и вес рулона, необходимость определения которого связана с ограничениями на объем, вес и грузоподъемность транспортных средств перевозок.

Существует несколько подходов решения данной задачи. Первая группа предлагаемых методов использует материалоемкие операции, что является их существенным недостатком: SU 1727528 A3, 15.04.1992. RU 31778 U1, 27.08.2003. DE 202006016209 U1, 25.01.2007. WO 2005097646 A1, 20.10.2005. Например, А.с. SU № 838395, кл. G01G 19/42, G01B 704, оп. 15.06.81 г.

Цель предлагаемого по патенту решений данной группы заключается в определении длины холоднокатаной стальной полосы включает замеры толщины и ширины проката и взвешивание рулона. При этом предварительно измеряют толщину h кромки полосы и ее ширину B .

В одном сечении не менее чем в трех местах полосы: на ее переднем конце после намотки 3...5 витков на барабан моталки стана, в середине длины и на заднем конце полосы при наличии на разматывателе того же количества витков. После взвешивания рулона определяют длину полосы из соотношения: $l = P/h' \cdot B' \cdot 7,85$, м, где P - вес ру-

лона, кг, h' - средняя толщина полосы, мм, B' - средняя ее ширина, м, 7,85 - плотность стали.

Недостатками указанного метода являются необходимость привлечения материалоемких операций и осуществления трудоемкой процедуры взвешивания рулонов и недостаточная точность измерения. Вторая группа предлагаемых методов основана на определении геометрических характеристик рулона, которые основаны на использовании математической модели торца рулона в виде спирали [2-4]. Аналитические методы этой группы способны дать более широкое представление зависимости, но применение этих методов тесно связано с формализацией модели торца для получения результатов.

Основная идея этих методов заключается в аппроксимации скелета торца свернутого материала в рулон известными математическими представлениями спиралей, выбором представления и дальнейшем определении длины скелета с последующим переходом на расчет веса рулона. Такой подход привлекателен и наиболее точен из предлагаемых ранее. К этой же группе можно отнести и метод, основанный на концентрических окружностях, наложенных на торец рулона. Например, длина намотанного материала S рассчитывается как длина спирали Архимеда по формуле между точками $M_2(\rho_2, \varphi_2)$ и $M_1(\rho_1, \varphi_1)$ определяется по формуле

$$S = \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} \sqrt{\rho^2 + \dot{\rho}^2} d\varphi = a \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} \sqrt{1 + \varphi^2} d\varphi,$$

где a - толщина наматываемого материала; φ_1, φ_2 - углы поворота оправки.

Недостатками методов указанной группы является необходимость осуществления подбора аппроксимирующей кривой типа спирали и дальнейшей работы с выбранным видом кривой, что не обеспечивает достаточной точности измерений. Методы способны дать более широкое представление зависимости, но применение этих методов тесно связано с определенными трудностями получения результатов - сложность подготовки задачи к решению, недостаточная наглядность протекания процессов, сложность изменения параметров этих процессов, ограниченность в выборе формы спирали.

Предлагаемый метод, не относящийся к вышеупомянутым методам, основан на определении характеристик элементов торца рулона, которые основаны на использовании результатов обработки данных по торцу рулона [4,5]. Метод измерения длины полосы прямоугольной формы, скатанной в рулон, включает измерение толщины полосы по свободному краю полосы $h(m)$, нанесение на торец рулона

параллельных прямых, пересекающих торец рулона, с шагом $d(m)$, измерение длин отрезков параллельных прямых на материале торца рулона, определение площади поперечного сечения материала рулона по формуле:

$$S = d \times \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} l_j^i,$$

где d - шаг между прямыми множества параллельных прямых, m ; k - число параллельных прямых линий, пересекающих торец рулона; n_i - число отрезков рулона прямой i из множества параллельных прямых; l_j^i - длина j -го отрезка рулона, принадлежащего прямой i , m .

Затем определение длины рулона определяется, как отношение площади поперечного сечения материала рулона $S(m^2)$ к толщине полосы $h(m)$. Предлагаемое решение является легкорезализуемым, обеспечивает снижение трудоемкости метода измерения длины полосы прямоугольной формы, скатанной в рулон, позволяет перейти к определению веса рулона через плотность материала, и таким образом отказаться от прямой процедуры взвешивания всего рулона.

Алгоритм расчета по предлагаемому методу состоит из следующих шагов. Измеряем толщину полосы по свободному краю. Затем с помощью двухсторонней линейки чертим (проводим, наносим) параллельные прямые, отстоящие друг от друга на расстоянии d (m), и пересекающие изображение торца рулона. Далее измеряем длины отрезков параллельных прямых, изображенных на торце рулона, и по указанной выше формуле определяем площадь поперечного сечения рулона и затем длину полосы, как отношение площади поперечного сечения рулона к толщине полосы. Знание геометрических характеристик рулона (m) и плотности материала рулона ($кг/м^3$) позволяет определить вес рулона. Расчеты на примерах показали, что использование предлагаемого метода для определения длины полосы в рулоне не зависит от характера намотки спирали, дает возможность управлять величиной ошибки измерения длины материала в рулоне, сводят к минимуму возможные претензии потребителей рулонного материала, сокращает временные затраты, значительно упрощает измерение длины полосы в рулоне и позволяет отказаться от прямой операции взвешивания рулона.

Заключение. Выполнен краткий обзор методов оценки длины полосы прямоугольной формы, скатанной в рулон. Предложен повышенной точности параметрический метод определения длины прямоугольной полосы, смотанной в рулон, направляющие которого параллельны друг другу. Показана возможность технического решения,

основанного на интегральном исчислении и геометрической вероятности, для достижения поставленной цели и его преимущества перед ранее известными методами. Предлагаемый метод легкорезализуем на практике, не зависит от натяжения намотки материала, позволяет управлять величиной ошибки измерения, минимизировать возможные логистические издержки, значительно сократить временные затраты, упрощает измерение длины полосы в рулоне и позволяет отказать от трудоемкой процедуры взвешивания всего рулона.

Использование предлагаемого метода позволяет по сравнению с существующими методами повысить надежность измерения за счет отказа от использования сложных методик измерения, повысить точность и качество контроля данных за счет применения более простых правил, снизить себестоимость за счет применения доступных и дешевых устройств. Данный метод имеет простое техническое исполнение, не требует материалоемких процедур измерения и имеет достаточно высокую точность.

Список литературы

1 Системы автоматизированного измерения длины полосы металла в рулоне СИД, [Электронный ресурс]: URL: <http://www.kip-guide.ru/info/48970-12>. [Sistemy avtomatizirovannogo izmereniya dliny polosy metalla v rulone SID [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kip-guide.ru/info/48970-12>]

2 Савелов А.А. Плоские кривые: Систематика, свойства, применения: (Справочное руководство) / Под ред. А. П. Нордена. – М.: URSS, 2020. - 293 с., [Savelov A.A. Ploskie krivye: Sistematika, svoystva, primeneniya: (Spravochnoe rukovodstvo) / Pod red. A. P. Nordena. – М.: Fizmatgiz, 1960. - 293 s.]

3 Коновалов Ю. В., Налча Г. И., Савранский К. Н. Справочник прокатчика // М. Metallurgiya, 1977. – 312 с., [Konovalov, YU. V. Spravochnik prokatchika / YU. V Konovalov, G. I. Nalcha, K. N. Savranskij. – М.: Metallurgiya, 1977. – 312 s.]

4 Бронштейн И.Н., Семёндяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М. - Лань. – 2010. - 608 с., [Bronshtejn I.N., Semendyaev K.A. Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashhihsya vuzov. – Nauka. - М. - 1981 g. - 721 s.]

5 Кендалл М., Моран Р. Геометрические вероятности / пер. с англ. - М. – Наука. -1972. – 197 с., [Kendall M., Moran P. Geometricheskie veroyatnosti / per. s angl. - М. – 1972. – 197 s]