

Действует ветроэнергоустановка следующим образом.

При любом направлении ветра вокруг колонны 1 стержни 2 на подшипниках 3 вращаются под действием лопастей 5 через вертикальные оси 4 благодаря тому, что с одной стороны колонны 1 половина лопастей 5 воспринимает давление ветра, с другой – нет. Это происходит потому, что в лопасть 5 касается упора 6 (без удара, что важно для надёжной работы). Если сила ветра выше заданной, чтобы скорость вращения стержней 2 вокруг колонны 1 не возрастала, лопасть 5 отклоняет упор 6, он наклоняется на шарнире 7, лопасть 5 поворачивается вокруг вертикальной оси 4, выходит из зацепления с упором 6 и переходит во флюгерное положение, то есть не воспринимает ветрового давления. Так регулируется постоянство вращения при меняющемся ветре. Соответствие вращения скорости ветра устанавливается величиной массы противовеса 8 и удалением его от шарнира 7, а также местом расположения штыря 9 на стержне 2. Чем сильнее ветер, тем раньше (ближе к «а») отклоняется упор 6. Кольцо 10 передаёт при помощи внутреннего зацепления вращение валу ротора электрогенератора 11. Выработанная электроэнергия отводится электропроводами по колонне.

Выводы

1. ВЭУ для территорий Республики Беларусь требуют других конструктивных решений, так как энергия ветра на этих территориях мала.
2. Проведен анализ действия лопастей установки барабанного типа с вертикальной осью вращения.
3. Предложена ВЭУ для использования в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.М. Фатеев, Ветро двигатели и их применение в сельском хозяйстве. – М: 1952.
2. Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии; Материалы VI международной научно-практической конференции. – Гр: 2006.

УДК 681.3:624.04

Рудлевский Д.В.

Научный руководитель: доц. Игнатюк В.И.

УЧЕБНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БЕСШАРНИРНЫХ АРОК

Учебные компьютерные программы в строительной механике должны способствовать эффективному изучению методов расчета и работы сооружений, облегчая трудоемкие вычислительные процессы, уменьшая объем ручных вычислений и представляя при этом необходимые условия и возможности для закрепления принципов методов расчета, для более глубокого познания физической сути этих методов, физических основ работы сооружений, а также возможности для выполнения исследований работы и поведения сооружений при различных их параметрах и характеристиках [1].

В задачах расчета сооружений можно выделить две стороны, одна из которых представляет суть и физическую основу методов расчета и работы сооружений, а вторая связана с математической реализацией методов расчета и большими (в той или иной степени) объемами вычислений.

При создании учебных компьютерных программ самым сложным является нахождение наиболее оптимального соотношения двух сторон в методе расчета, которое позволяло бы, с одной стороны, максимально облегчить математические вычисления и уменьшить их объем, а с другой стороны, максимально сохранить его сущностно-физическую сторону. Решение этой проблемы требует глубокого анализа метода расчета, в результате которого метод разделяется на две части. Одна из этих частей, менее трудоемкая с вычислительной точки зрения, но несущая в себе большой физический смысл; раскрывающая сущность метода и способствующая его глубокому познанию, должна выполняться вручную. Другая же, менее информативная, но более трудоемкая, содержащая большие объемы трудоемких вычислений, передается программе и ПЭВМ.

С другой стороны, современная компьютерная техника и системы программирования сегодня представляют большие возможности для создания эффективных учебных программ, включая возможности создания диалогового режима ввода исходной информации, обработки и анализа промежуточных и окончательных результатов решения задачи; широкие возможности графического представления данных и результатов расчета на всех этапах решения задачи; возможности создания удобного интерфейса работы с программой и разветвленной помощи.

Для создания программы «ArkBes» использована современная система визуального программирования Delphi 7, позволяющая в полной мере использовать возможности и ресурсы современных ПЭВМ, создавать качественные и надежные Windows-приложения.

На основе таких подходов и составлена учебная компьютерная программа «ArkBes». Расчет бесшарнирных арок на статические нагрузки [2] заключается в определении внутренних сил в сечениях арок и их перемещений. Эти расчеты представляют собой однородные повторяющиеся для каждого из сечений вычисления, являющиеся достаточно трудоемкими. Поэтому естественной является передача этих вычисления компьютеру.

В программе «ArkBes», которая является учебной программой, выполнено следующее разделение процедуры расчета на две части.

Вручную предлагается вычислить для двух сечений x_{r1} , x_{r2} следующие величины:

- 1) геометрические характеристики $-y_{pi}, \sin \varphi_{pi}, \cos \varphi_{pi}$;
- 2) ординаты единичных эпюр M_{ik}, Q_{ik}, N_{ik} ;
- 3) ординаты грузовых эпюр $M_{pk}^0, Q_{pk}^0, N_{pk}^0$ и M_{pk}, Q_{pk}, N_{pk} ;

после ввода полученных значений и их проверки программа вычисляет величины u , $\sin \varphi$, $\cos \varphi$, M_p , Q_p , N_p , во всех расчетных сечениях, определяет коэффициенты и свободные члены канонических уравнений и неизвестные метода сил X_1 , X_2 , X_3 , после чего вручную необходимо еще вычислить:

- 4) ординаты окончательных эпюр M , Q , N в заданных сечениях x_{r1} , x_{r2} .

После ввода и проверки этих значений программа выполняет полный расчет арки с представлением всех расчетных величин (усилий и перемещений во всех расчетных сечениях арки) и эпюр усилий. При этом появляется также возможность получить значения усилий в любом интересующем нас сечении арки.

Заметим, что после завершения расчета арки на заданную нагрузку, можно выполнить расчет арки при изменении ряда параметров без контроля, то есть можно выполнить исследование влияния этих параметров на напряженно-деформированное состояние рассматриваемой арки. К указанным параметрам относятся:

- зависимость изменения оси арки (круговая, параболическая, синусоидальная, катеноидальная, эллиптическая, гиперболическая);
- относительный подъем арок (f/l), характеризующий пологость (крутизну) арок;
- учет-неучет различных видов деформаций в арке (изгибной, продольной, поперечной);
- число участков разбиения пролета арки.

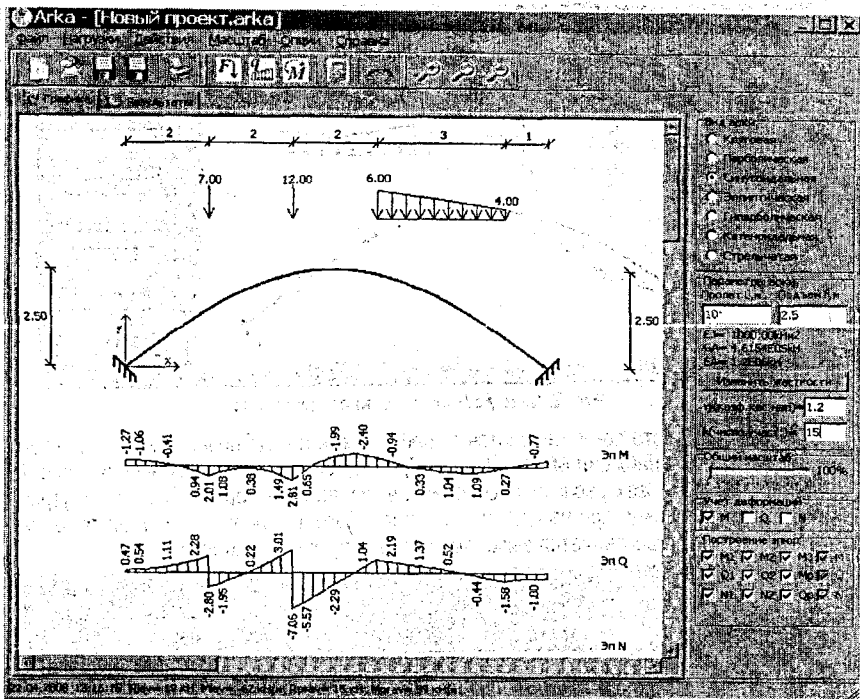


Рис. 1. Основное окно программы «ArkBes»

Ввод исходных данных осуществляется в основном окне программы (рис. 1), в котором задаются:

- пролет арки l (на панели окна обозначен буквой L);
- стрела подъема арки f (f);
- изгибная жесткость сечения арки EJ (EI);
- закон изменения оси арки (круговой, параболический, синусоидальный, катеноидальный, эллиптический, гиперболический, стрельчатый);
- внешние нагрузки: сосредоточенные силы (кнопка F), сосредоточенные моменты (кнопка M) и распределенные нагрузки (кнопка q); для ввода нагрузок необходимо нажать одну из кнопок F , M , q на панели инструментов, или выбрать пункт «Нагрузки» в меню программы, после чего откроется окно ввода нагрузок;
- учитываемые в расчете деформации (изгибные, поперечные, продольные в арке и продольные в затяжке);
- число участков, на которое разбивается пролет арки;

После ввода исходных данных программа может быть запущена на расчет арки, что может быть сделано несколькими способами: нажатием кнопки с изображением калькулятора, выбором пунктов меню «Действия», «Расчет», или нажатием клавиши $F5$. Программа начинает расчет и выводит на экран окно ввода контрольных величин, в которое необходимо ввести вычисленные вручную величины, указанные в пунктах 1–4.

Если какая-то из величин вычислена неверно, то выдается сообщение об ошибке, и необходимо выполнить перерасчет указанной величины (величин). Если контрольные величины верны, то программа выполняет полный расчет арки.

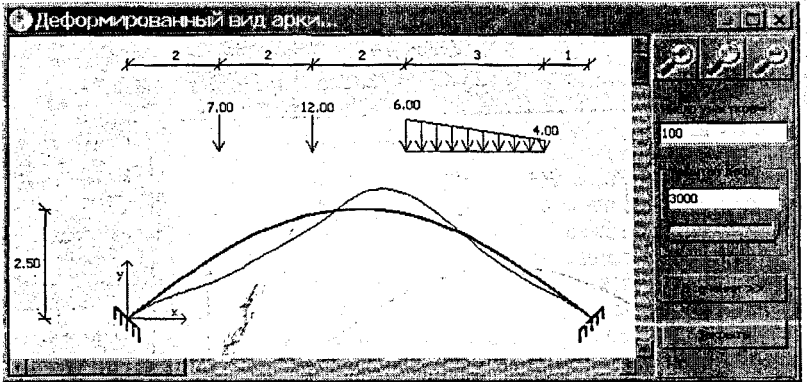


Рис. 2. Окно деформированного вида арки

Результаты расчета представляются в графическом и в табличном видах – показаются эпюры внутренних сил M , Q и N в арке (рис. 1), ее деформированный вид (рис. 2) и таблица усилий во всех расчетных сечениях, включая характерные (рис. 3). Внутренние силы и перемещения при необходимости могут быть вычислены для любого заданного сечения, что осуществляется вызовом соответствующих процедур.

Арка - [Новый проект арка]

Позиционирование упругого центра, значения неизвестных и перемещений

	$Y_C =$	0.9679			
$X_1 =$	20.5080	$\Delta eka1 =$	0.0067	$\Delta eka1p =$	-0.1384
$X_2 =$	-2.2902	$\Delta eka2 =$	0.1013	$\Delta eka2p =$	0.2321
$X_3 =$	17.8560	$\Delta eka3 =$	0.0114	$\Delta eka3p =$	-0.2035
		Проверка коэфф. эпюры M			
$MM1 =$	0.0003	$MM2 =$	-0.0002	$MM3 =$	0.0000

Граничные значения характеристик и значений эпюр

Сечение	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$\sin 2\theta$	$\cos 2\theta$	N	Q	M	N_p	Q_p	M_p	
0.0000	-1.2703	0.6156	0.7881	-1.0616	0.5443	-26.4480	1.2708	-0.6156	-0.7881	0.3333	0.7881
0.0000	-0.7595	0.5984	0.8012	-0.4061	1.1143	-26.4300	0.7595	-0.5984	-0.8012	1.0000	0.8012
0.0000	-0.2621	0.5524	0.8269	0.9419	2.2623	-26.3550	0.2621	-0.5624	-0.8269	1.6667	0.8269
0.0000	-0.0626	0.5363	0.8440	2.0109	3.1049	-26.2710	0.0626	-0.5363	-0.8440	2.0000	0.8440
0.0000	-0.0626	0.5363	0.8440	2.0109	-2.8033	-22.5170	0.0626	-0.5363	-0.8440	2.0000	0.8440
0.0000	0.1407	0.5041	0.8637	1.0768	-1.9521	-22.6070	-0.1407	-0.5041	-0.8637	2.9333	0.8637
0.0000	0.4905	0.4191	0.9079	0.3779	0.2198	-22.6900	-0.4905	-0.4191	-0.9079	3.0000	0.9079
0.0000	0.7518	0.3043	0.9526	1.4918	3.0086	-22.4910	-0.7518	-0.3043	-0.9526	3.6667	0.9526
0.0000	0.8456	0.2359	0.9718	2.8051	-0.2601	-21.0410	-0.8456	-0.2359	-0.9718	4.0000	0.9718
0.0000	0.0456	0.2359	0.9718	2.8051	-7.0626	-19.3900	-0.0456	-0.2359	-0.9718	4.0000	0.9718
0.0000	0.9133	-0.1612	0.9869	0.6527	-5.5654	-19.8710	-0.9133	-0.1612	-0.9869	4.3333	0.9869
0.0000	0.9679	0.0000	1.0000	-1.9945	-2.2902	-20.5080	-0.9679	0.0000	-1.0000	5.0000	1.0000
0.0000	0.9133	-0.1612	0.9869	-2.4009	1.0448	-20.6090	-0.9133	0.1612	-0.9869	5.6667	0.9869

Рис. 3. Таблица результатов расчета

Программа «ArkBes» имеет объем 1,9 Мбт, составлена в среде программирования Delphi 7, работает под управлением Windows 98 и выше, не требует специальной установки, может работать в сети, имеет удобный интерфейс для работы в ней, развитый и подробный «Help», графическое представление и исходных данных, и результатов расчета. Имеются возможности ряда настроек вида программы и изображений в ней, включая масштабирование графических объектов, изображение (удаление) вертикальной сетки.

Изложенные подходы в создании учебной программы «ArkBes», с нашей точки зрения, создают условия и базу для более глубокого изучения методов расчета и понимания физических основ работы сооружений, способствуют интенсификации и активизации учебного процесса, индивидуализации познавательной деятельности, развитию творческого и инженерного мышления будущих специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатюк В.И. Создание учебных компьютерных программ для курса строительной механики // Вышэйшая школа. – 2001. – № 6. – С. 35–38.
2. Рудлевский Д.В., Игнатюк В.И. К расчету бесшарнирных арок на вертикальные нагрузки // Сборник конкурсных работ студентов и магистрантов – 2008 / УО БрГТУ. – Брест, 2008.

УДК 624.04

Рудлевский Д.В.

Научный руководитель: доц. Игнатюк В.И.

К РАСЧЕТУ БЕСШАРНИРНЫХ АРОК НА ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

Рассматриваются плоские симметричные арочные системы бесшарнирного типа, а также длинные своды и протяженные арочно-оболочечные покрытия, расчет которых при неизменной по их длине нагрузке может быть приведен к расчету плоских бесшарнирных арок.

Расчет бесшарнирных арок (рис. 1) на неподвижные нагрузки заключается [1] в определении внутренних сил (изгибающих моментов M , поперечных Q и продольных N сил) в сечениях, построении их эпюр, а также в определении перемещений сечений и соответственно деформированного вида арок.

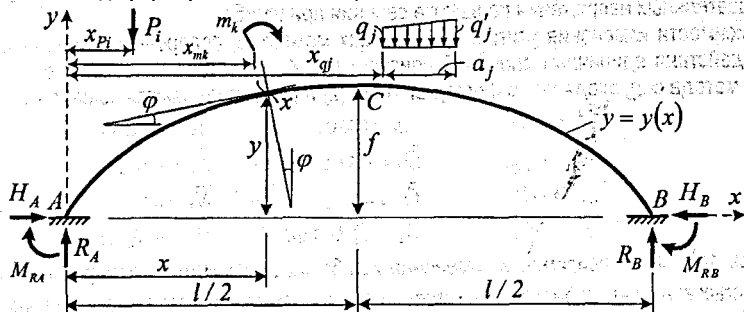


Рис. 1. Расчетная схема бесшарнирной арки

Бесшарнирные арки являются статически неопределимыми системами, имеют три «лишние» связи и их расчет обычно выполняется методом сил. Основную систему метода сил с учетом симметричности системы выберем путем разрезания арок посередине с