साइकिल की कहानी

लेखक: विजय गुप्ता

हिन्दी अनुवाद: अरविन्द गुप्ता

विषयसूची:

एक शानदान मशीन
साइकिल के हिस्से
साइकिल का विज्ञान
कुछ रोचक वेबसॉइट्स
साइकिल के इतिहास की समय-रेखा

प्रकाशक: विज्ञान प्रसार

सी-24, कुतुब इंस्ट्टियूशनल एरिया, नई दिल्ली 110016, इंडिया

अंग्रेजी संस्करण का मूल्य मात्र पच्चीस रुपए

एक शानदान मशीन

गति ही जीवन का सार है। सभी प्राणी भोजन के लिये, शिकार करने या परभक्षियों से बचने के लिये इधर-उधर भटकते हैं। सांप सरकते हैं, इल्लियां रेंगती हैं, कंगारू कूदते हैं, घोड़े तेज दौड़ते हैं और मनुष्य चलते हैं। प्राणियों में मनुष्य ही सबसे अधिक आवागमन करते हैं। अधिकांश लोग अपने कार्यस्थल तक आने-जाने में कुछ किलोमीटर की यात्रा करते हैं, या फिर कुछ सौ किलोमीटर दूर स्थित शहर में रिश्तेदारों को मिलने जाते हैं या फिर किसी व्यवसायिक मीटिंग में भाग लेने के लिये दुनिया का आधा चक्कर लगाते हैं। कुछ लोग सिर्फ मजे और रोमांच के लिये ही यात्रायें करते हैं।

मजबूरी में लोग लंबी यात्रायें तो करते ही हैं परंतु वैसे इंसान का शरीर इस कार्य के लिये विशेष रूप से नहीं बना है। सबसे तेज इंसान की तुलना में चीता 10 गुना तेज दौड़ सकता है। घोड़े में कहीं अधिक सहनशीलता होती है परंतु वो अपने शरीर के भार की तुलना में केवल आधी ही ऊर्जा खर्च करता है। परंतु मनुष्य अपनी भौतिक क्षमतायें बढ़ाने के लिये मशीनें बनाते हैं। आवागमन बढ़ाने की दिशा में मनुष्य द्वारा पहिये का आविष्कार, एक मील का पत्थर साबित हुआ। पहले बैलों, घोड़ों ऊंटों ने और फिर भाप और गैसोलीन के इंजनों ने, मनुष्यों के आवागमन को बहुत तेज गति

से आगे बढ़ाया है। मांसपेशियों के प्रयास से खुद पहियों को चलाने के विचार ने, लोगों को हमेशा से आकर्षित किया है। यह एक रोचक तथ्य है कि रेल्वे ट्रेनों के व्यवसायिक चलन के बाद और घोड़ा विहीन गाड़ियों के आने से कुछ पहले ही साइकिल अपने सही और परिष्कृत रूप में सामने आयी। आज जब पेट्रोल इंजन की उड़ान 85 साल पुरानी हो चकी हैं तब भी सभी जगहों पर आविष्कारक सिर्फ मांसपेशियों की ऊर्जा से चलित, उड़ने वाली मशीन बनाने के लिये संघर्ष कर रहे हैं।

पेज 1 साइकिल सवार बाकी प्रतियोगियों से ऊर्जा की कार्यकुशलता में कहीं आगे है।

आजतक बनी सारी मशीनों में साइकिल ही सबसे कार्यकुशल और दक्ष है। अगर हमें सामान को कुछ दूर तक ढोने के लिये ऊर्जा की तुलना करें तो साइकिल में, सर्वश्रेष्ठ जेट-विमान की केवल एक-दसवां हिस्सा, और सबसे अच्छी मोटरकार की एक-बींसवा हिस्सा ही ऊर्जा खर्च होती है।

सरल सी दिखने वाली साइकिल का अतीत बहुत गौरवशाली रहा है। शुरू में साइकिल की कल्पना रईस लोगों के मनोरंजन के लिये की गयी थी। परंतु जल्द ही साइकिल आमलोगों की यातायात जरूरतों का एक सुलभ और कार्यकुशल साधन बन गयी। मोटर कारों के आने के बाद साइकिल एक कसरत या खेल की मशीन बन कर रह गयी है। परंतु आज भी दुनिया के बहुत से हिस्सों में, खासकर चीन और दक्षिण-पूर्वी एशिया में साइकिल यातायात का एक प्रमुख साधन है। औद्योगिक देशों में साइकिल अब दुबारा लोकप्रिय हो रही है। यहां पर कम दूरी की यात्राओं के लिये अब लोग साइकिल को अधिक पसंद करने लगे हैं। साइकिल कोई प्रदूषण नहीं फैलाती है और न ही कोई आवाज करती है। साइकिल चलाने के लिये न तो चौड़ी सड़कों की जरूरत पड़ती है और न ही उन्हें खड़ा करने के लिये बहुमूल्य पार्किंग स्थान चाहिये होता है। एक अनुमान के अनुसार शहर के मध्य स्थित केंद्रों में 8 किलोमीटर तक की दूरी तय करने में साइकिल पर कार से कम समय लगता है। इसमें कार को गैरेज से निकालने, बाजार में उसे खड़े करने का स्थान ढूंढना और कार-पार्क से अपने कार्यस्थल तक जाने का समय शामिल है। इसके अलावा, साइकिल चलाकर काम पर जाने से शरीर की अच्छी कसरत भी होती है।

इस पुस्तिका में साइकिल की मनमोहक कहानी और उसमें धीरे-धीरे आये तकनीकी विकास का वर्णन किया गया है।

पहले कदम

दो पहियों वाली गाड़ी जिसे चालक खुद अपनी ताकत से चलाता था का पहला उल्लेख 1791 की एक खिलौनानुमा मशीन में मिलता है। इसमें एक छोटी लकड़ी की बल्ली के दोनों ओर केवल एक-एक पहिया होता था। चालक बल्ली पर बैठकर दोनों पैरों से बारी-बारी जमीन को धक्का देता था जैसा कि स्केटिंग में किया जाता है। इस मशीन को मोड़ने के लिये उसके अगले पहिये को उठाकर घुमाना पड़ता था। अगर दोनों पैर जमीन को न छू रहे हों तो यह मशीन सीधी खड़ी न रहकर चंद क्षणों बाद ही एक ओर गिर जाती थी।

पेज 2 सबसे पहले 1791 में, हॉबी-हार्स को पेरिस के एक पार्क में, रईसों के एक खिलौने के रूप में प्रर्दशित किया गया।

इस बेढंगी मशीन में कुछ सुधार 1817 में हुये जब इसके अगले पहिये को एक हैंडिल से घुमाया जाना संभव हुआ। उस समय यह मशीन हॉबी-हार्स, ड्रायसियान (जर्मन आविष्कारक बैरन फान ड्रायस के नाम पर) और विलोसीफेयर आदि नामों से जानी जाती थी। यह मशीन उस समय के रईस और फैशनेबिल लोगों के बीच काफी लोकप्रिय हुयी। मशीन में स्टेयरिंग वाला अगला पहिया महत्वपूर्ण था क्योंकि उससे ड्रायसियान का संतुलित रखना कुछ आसान हुआ। ड्रायसियान का चालक, लंबी यात्राओं में, किसी भी दौड़ते आदमी या घोड़ागाड़ी को आसानी से हरा सकता था। परंतु इसमें चालक की बेढंगी मुद्रा की लोग मजाक उड़ाते और ऊबड़-खाबड़ सड़कों पर ठोस पहियों की मार से बहुत से चालकों को हर्निया हो जाता। इससे साइकिल के विकास की गति में कुछ ढील आयी।

पेज 3 स्टेयरिंग हैंडिल

शरीर का सहारा

सीट

पीठ का सहारा

ड्रायसियान (1871) के अगले पहिये पर हैंडिल लगने के कारण साइकिल को कुछ स्थिरता मिली। "हॉबी-हार्स चालक अपनी गाड़ी पर सवारी करने के साथ-साथ मिट्टी में भी चलते।"

आगे-पीछे चलने वाली ट्रेडिल

ब्रेक्स

मैकमिलन की विलॉसिपीड (1839) वो पहली साइकिल थी जिसमें पैर मिट्टी से सनते नहीं थे। इस मॉडल की एक भी साइकिल नहीं बिकी, परंतु बहुत से लोगों ने इसकी नकल की।

ट्रेडिल और क्रैंक

पहली सचमुच की साइकिल जिसे दोनों पैरों को जमीन से पूरी तरह ऊपर उठाकर चलाया जा सकता था 1870 में बनी। एक स्काटिश लोहार - मैकमिलन किर्कपैट्रिक ने, पैरों की मांसपेशियों से पिछले पहिये को सीधे चलाने का इंतजाम किया। इसमें पैरों से बारी-बारी करके मशीन को जमीन से धक्का देने की जरूरत नहीं थी। इसके लिये फ्रेम के अगले हिस्से से दो छड़े लटकायी गयीं थीं। इन छड़ों के निचले भाग को ट्रेडिल बुलाया जाता था। ट्रेडिल पर लगे पैडिलों को, पैरों से बारी-बारी करके छोटे चापों में चलाया जाता था। ट्रेडिल की चाल को दो अन्य छड़ों की मदद से पिछले पहिये से जोड़ा गया था जहां वे दो क्रैंकों को चलाते थे। क्रैंक द्वारा, छड़ों की खींच और धक्के की गति, पिछले पहिये को घुमाती थी।

पेज 4 फ्रेम के साथ पिन से जुड़ी हुई

क्रैंक की हब के चारों ओर गोल गति

पैडिलों की झूलने वाली गति

कनेक्टिंग रॉड्स (जोड़ने वाली छड़ें)

आगे-पीछे की गति

ट्रेडिल

ट्रेडिल से चलना वाले क्रैंक बहुत सी मशीनों का एक सामान्य हिस्सा होता है। साधारण पैर से चलने वाली सिलाई मशीन में भी, इसी तकनीक के इस्तेमाल से, पैर के पटले की झूलने वाली गति को, पहिये की गोल गति में बदला जाता है। इसी तरकीब द्वारा भाप और कार के इंजनों में पिस्टन की आगे-पीछे की गति को, क्रैंकशाफ्ट की गोल गति में परिवर्तित किया जाता है।

विलॉसिपीड वास्तव में सचमुच की साइकिल थी परंतु वो व्यवसायिक स्तर पर सफल नहीं हो पायी और इसलिये बहुत कम लोगों को ही उसके क्रांतिकारी डिजायन के बारे में पता है। अगले चालीस सालों तक साइकिल के डिजायन में कुछ खास हलचल नहीं हुयी, विशेष कर पैरों की गति को, पहिये की गोल चाल में बदलने की समस्या को लेकर।

पेज 4 मिचौक्स की विलॉसिपीड व्यवसायिक रूप से पहली सफल मशीन थी। बहुत मंहगी होने के बावजूद लोग इसके दीवाने हो गये और इसकी शोहरत अमरीका से यूरोप तक फैली। इसे साहसी और अमीर लोग ही चलाते। क्योंकि इसमें बहुत झटके लगते थे इसलिये इसका नाम 'बोन-शेकर' पड़ा। परंतु बहुत से निंदकों के कारण इसको कई जगह सड़कों पर से हटाना पड़ा।

1863 में व्यवसायिक रूप से सफल पहली साइकिल बाजार में आयी। इसमें अगले पहिये के साथ दो पैडिल लगे थे और उसे आजकल बच्चों की तीन-पहियों वाली साइकिल की भांति ही चलाया जाता था। उसमें लकड़ी के पहियों पर लोहे के टायर चढ़े थे। जब यह साइकिल पत्थर की सड़कों पर चलती थी तो चालक को बहुत धक्के लगते थे और शायद इसीलिये इसका नाम 'बोन-शेकर' यानि हड्डियां हिलाने वाली साइकिल पड़ा।

इस सबके बावजूद 'बोन-शेकर' अपने पहले वाली सभी साइकिलों से कहीं बेहतर थी। वो हल्की और तेज थी

और वो 'हॉबी हार्स' के मुकाबले कहीं अधिक आरामदेय थी। इस आराम का कारण था एक लीफ-स्प्रिंग जो अगले पहिये से पिछले पहिये तक जाती थी। बैठने की सीट इसी लीफ-स्प्रिंग पर लगी थी।

वेग अनुपात और साधारण पूंछ

पैडिलों को अगले पहिये से जोड़ने का एक प्रभाव तो यह हुआ कि पैरों के एक चक्कर से अब अगला पहिया भी एक चक्कर ही घूमता था। इससे साइकिल, पहिये की परिधि की दूरी जितना ही आगे बढ़ पाती थी। इसे ठीक रफ्तार नहीं समझा जाता था। तेज गति से आगे बढ़ने के लिये 'बोन शेकर' को कोई अधिक तेजी से पैडिल कर सकता था, परंतु इसमें एक दिक्कत थी। मनुष्य की कार्यक्षमता यानि पावर-आउटपुट उसके द्वारा क्रैंक पर लगाये बल और पैडिल करने की गति - यानि वो एक मिनट में कितने चक्कर लगाता है (संक्षिप्त में आर पी एम) पर निर्भर करती है। पैडिल पर समान बल लगे तो, पैडलिंग की गति बढ़ने के साथ-साथ पावर-आउटपुट भी बढ़ती है। परंतु पैडिल पर लगा बल बदलता रहता है। बार-बार प्रयोग करने से पता चला है कि गति बढ़ने के साथ यह बल कम होता है। जब पैडिलों में ताला लगा होता है तो उनपर अधिकतम बल लगता है परंतु काम कुछ भी नहीं होता है क्योंकि पहिये रुके होते हैं। पैडिलों को एक निश्चित गति से चलाने पर पैडलिंग द्वारा सबसे अधिक कार्य होता है। यह गति 45 से 60 चक्कर प्रति मिनट होती है। आजकल की नवीन साइकिलों की तेज गति से चल पाने के लिये 'बोन शेकर' को बहुत ज्यादा तेजी से पैडिल करना होता, जो किसी भी हालत में आरामदेय नहीं होता।

पेज 5 बड़ा पहिया एक चक्कर में अधिक दूरी तय करता है।

अगले पहिये को बड़ा बनाकर इस समस्या को सुलझाया जा सकता था। जिन साइकिलों में क्रैंक, पहिये से सीधा जुड़ा होगा, वहां पहिये की बड़ी परिधि के कारण साइकिल, पैडिल के एक चक्कर में ज्यादा दूर जायेगी। दूरी बढ़ाने (और बल घटाने) के सरल सिद्धांत को, लीवर के उदाहरण से आसानी से समझा जा सकता है। इसके लिये जरा पुराने जमाने के रेल्वे सिग्नल पर नजर डालें। दायीं ओर वाले छोटे हाथ (प्रयास) से लगे तार की छोटी चाल से ही बायें हाथ वाले सिग्नल (इसे लीवर की शब्दावली में 'भार' वाला हाथ कहते हैं) को अधिक चाल मिलती है। नोट करें कि इससे 'प्रयास' द्वारा उठाया 'भार' भी उसी अनुपात में कम होगा। 'भार' और 'प्रयास' के अनुपात को यांत्रिक-लाभ कहते हैं। साइकिल में हम वेग-अनुपात को बढ़ाना चाहते हैं और इसके लिये हमें यांत्रिक-लाभ के कम होने की कीमत चुकानी पड़ती है।

पेज 5 सिग्नल वाले हाथ का झुकाव

केबिल की गति

केबिल का खिंचाव

लीवर के सिद्धांत के अनुसार 'प्रयास' के हाथ को छोटा करके हम 'भार' वाले हाथ को अधिक दूरी तक हिला सकते हैं। यह सामान्य स्थिति के बिल्कुल विपरीत है जहां 'प्रयास' का हाथ बड़ा होता है जिससे कि बड़े 'भार' को छोटी दूरी तक हिलाया जा सके।

अगले पहिये के व्यास को बड़ा करना, वेग-अनुपात को बढ़ाने का एक तरीका है। इसके लिये दो अलग नापों के गेयर, या दो अलग नापों की घिरनियों के बीच एक बेल्ट, या फिर एक बड़ी चेन-व्हील और एक छोटे स्प्राकिट (दांतों वाले पहिये) के बीच, चेन को उपयोग में लाया जा सकता है। मोटरकारों में जहां गेयरों का ही अधिकतर इस्तेमाल होता है, इस वेग-अनुपात को आमतौर पर गेयर-अनुपात के नाम से बुलाया जाता है।

इन सभी शक्ति संचारण (जिसमें पैडिल से पहिये तक, शक्ति संचारण में यांत्रिक-लाभ मिले) के तरीकों के अपने लाभ और नुकसान हैं। उदाहरण के लिये, बेल्ट-ड्राइव घर्षण पर आधारित है - जिससे बेल्ट घिरनी पर नहीं फिसले। बेल्ट के गंदे, तेलयुक्त और ढीले होने से यह घर्षण बहुत कम हो जाता है। गेयरों से बेहतर परिणाम मिलते हैं परंतु गेयर मंहगे भी होते हैं।

पेज 6 चलने वाले पहिये को तेजी से घुमाने के विभिन्न तरीके - गेयर, बेल्ट और चेन। हरेक तरीके के अपने लाभ और नुकसान।

लगता है हम अपनी कहानी में आगे छलांग लगा रहे हैं। जैसा हमने पहले देखा है कि 'बोन-शेकर' में अगले पहिये के व्यास को बढ़ा कर हम उसके गेयर-अनुपात को बड़ी आसानी से बढ़ा सकते थे। और इसी युक्ति को बड़े पैमाने पर अपनाया भी गया। इससे अगले पहिये का आकार बड़ा होता गया। वो 36 इंच से 48 इंच और फिर 56 इंच, और अंत में 64 इंच (163 सेमी) व्यास का हो गया। अगला पहिया अधिक से अधिक कितना बड़ा हो सकता है? इसे चालक की टांगों की लंबाई ने सीमित किया। पूरी मशीन के भार को कम करने के लिये पिछले पहिये का व्यास सिकुड़ कर घटता गया और अंत में इन साइकिलों ने पेनी-फारदिंग (ब्रिटिश सिक्का फारदिंग, पेनी से चार गुना बड़ा होता है) का एक निश्चित आकार ले लिया। इन मशीनों को 'टॉल-और्डिनेरीज' और ऊंचे-पहियों के नाम से भी बुलाया जाता था।

ऊंचे-पहियों पर सवारी करने के नुकसान

ऊंचे-पहियों वाली साइकिलें महिलाओं कमजोर दिल वाले साधारण लोगों के लिये नहीं बनी थीं। इन साइकिलों की सीट - जो जमीन से डेढ़ मीटर ऊंचाई पर थी, पर चढ़ना भी कोई आसान काम न था। मशीन को धक्का देने के बाद आप उसके छोटे पहिये के ऊपर लगी सीढ़ी पर पैर रखते और फिर कूद कर सीट पर बैठने की कोशिश करते। इस प्रकार की साइकिल को पैडिल करना कठिन होता क्योंकि इसमें सीट और पैडल की निचली स्थिति के बीच की दूरी अक्सर टांग की लंबाई से ज्यादा होती। इन्हें ऊंचे, वयस्क आदमी भी वैसे ही चलाते जैसे वर्तमान में, बड़ी साइकिलों को बच्चे चलाते हैं। इन्हें चलाते समय चालक सीट पर आराम से बैठ नहीं सकता है। उसे पैडिल के नीचे जाने वाली ओर काफी झुकना पड़ता है। साइकिल से नीचे उतरने में भी काफी दिक्कत होती थी।

पेज 7 ब्रेक्स
चलाने वाला बड़ा पहिया
चढ़ने का पांव
पिछला छोटा पहिया

ऊंचे पहियों वाली साइकिलों को आम लोगों ने पहली बार चलाया। पांव रखकर ऊपर चढ़ने वाली इस इस प्रकार की कई हजार साइकिलें बनीं। 1870 से 1890 तक ये साइकिलें सड़कों पर छायी रहीं। इस साइकिल ने पहली बार लोगों को मुक्त होकर सड़क पर चलने की स्वतंत्रता प्रदान की। परंतु इन्हें भी केवल खिलाड़ी, साहसी और मर्द ही चलाते थे। अगले पहिये के व्यास की बढ़त पर, मनुष्य की टांगों की लंबाई ने सीमा लगायी।

परंतु ऊपर बैठे हुये और सवारी करता हुआ चालक, दोनों पैरों को पैडिलों से हटाकर, ऊंचे सिंहासन पर बैठकर नीचे की दुनिया का आनंद ले सकता था। उस समय इस साइकिल की अधिकतम गति, कोई बाईस मील प्रति घंटा थी जो सड़क पर अन्य किसी वाहन से अधिक थी। इसलिये डर कर लोग, इस साइकिल के सामने से हट जाते थे। परंतु तेज रफ्तार और श्रेष्ठता की भावना के लिये चालक को एक ऊंची कीमत भी चुकानी पड़ती। जब चालक अगले बड़े पहिये पर बैठा होता तो मशीन का गुरुत्व-केंद्र बहुत ऊंचाई पर और आगे की ओर होता जिससे मशीन की स्थिरता कम हो जाती। अगर सामने कोई छोटी भी बाधा या पत्थर आता तो ब्रेक लगाते ही चालक सीधे, मुंह के बल जमीन पर गिरता और मिट्टी चाटता। अनुभवी चालकों के साथ भी इस प्रकार की दुर्घटनायें होतीं। यह दुर्घटनायें बार-बार होती थीं और इसलिये इन चालकों को 'क्रापर' और 'इंपीरियल क्राउनर' जैसे उपनामों की उपाधियां दी गयीं।

पेज 7 इस ऊंची साइकिल के ऊपर बैठे सवार को बड़ी शाही-शान शौकत महसूस होती थी। परंतु इन साइकिलों को चलाने के लिये बहुत कुशलता चाहिये होती थी 1) चलाने के शुरु में 2) बहुत बड़े पहिये को पैडिल करने में

3) ढलान पर नीचे उतरने में।

इन ऊंची साइकिलों की स्थिरता और संतुलन को बढ़ाने के सभी प्रयास विफल रहे। इसके लिये चालक को पीछे और नीचे की ओर सरकाना पड़ता। इसे इन ऊंचे पहिये वाली साइकिलों के साथ करना संभव न था। इसके हल की खोज में साइकिल की पूरी ज्यामिति को ही उल्टा-पुल्टा कर दिया गया। अब चालक को चलाने वाले पिछले पहिये के ऊपर बैठाया गया। परंतु पिछले पहिये को सीधे चलाने के लिये उसे पहिये के पीछे किसी स्थान पर बैठना जरूरी होता। संतुलन की दृष्टि से ऐसा करना असंभव था। 1882 की मशहूर अमरीकी स्टार साइकिल को सीधे चलाने की बजाये कुछ लीवरों, ड्रमों और पट्टों (ट्रेडिल की भांति) से चलाने की कोशिश की गयी। स्टार साइकिल को एक सुरक्षित साइकिल की हैसियत से कुछ सफला अवश्य मिली, परंतु अगले कुछ वर्षों के लिये तिपहिया साइकिल ही आविष्कारकों और उत्पादकों के आकर्षण का केंद्र रही। ब्रिटेन के राजसी परिवार की हिमायत के कारण भी तिपहिया साइकिलें, वहां की फैशनेबिल महिलाओं के बीच में लोकप्रिय हुयीं। ये महिलायें मर्दों के समतुल्य बराबरी के दर्जे की मांग कर रही थीं।

पेज 8 सड़क पर कुत्तों, सुअरों, मुर्गियों और बच्चों, ईंटों और गड्ढों के कारण चालक बुरी तरह मुंह के बल गिरता था। पहिये की तीलियों में कोई ईंट, मजबूत रस्सी या छड़ घुसने से भी यही होता था। इन ऊंची साइकिलों के चालकों पर लोग बुरी तरह अपना गुस्सा निकालते थे। कभी-कभी बड़े पहिये की अनगिनत तीलियों में चालक का पैर या कपड़ा भी फंस जाता और तबाही लाता।

पेज 8 अप्रत्यक्ष स्टेयरिंग
चलाने वाले पिछले पहिये में लगा गेयर
दोनों पहियों के बीच लंबी दूरी का आधार

सुरक्षित मशीन

आजकल की नवीन साइकिल के समान दिखने वाली पहली मशीन 1879 में सड़क पर उतरी। इन कम ऊंचाई वाली मशीनों पर चालक दोनों पहियों के बीच में बैठकर एक क्रैंक को चलाता था। इससे पिछला पहिया चेन के जरिये चलता था। इसमें बड़े चेन-व्हील और छोटे स्प्राकिट के उपयोग द्वारा अधिक गेयर-अनुपात भी मिलता था। इसमें चलाने वाले पहिये का बहुत बड़ा होना, जरूरी नहीं था। इनमें पहिये का नाप, वेग-अनुपात को निर्धारित नहीं करता था। यहां पर वेग-अनुपात को बदलने के लिये चेन-व्हीलों को छोटा-बड़ा किया जा सकता था।

पेज 9 चेन से चलने वाला पिछला पहिया
अप्रत्यक्ष स्टेयरिंग

शुरुआती 'रोवर सेफ्टी साइकिल' (1885) में भी अप्रत्यक्ष स्टेयरिंग था। इसमें पहली बार एक छोटा बर्फी के आकार के फ्रेम का उपयोग किया गया जो आजतक एक मानक फ्रेम के रूप में बरकरार है।

इसमें चालक अपना संतुलन खोते समय आसानी से अपने पैरों को जमीन पर टिका सकता था। इस साइकिल का गुरुत्व-केंद्र नीचे और पीछे की ओर था। इसकी वजह से चालक, किसी मुंडेर से टकराने के बाद भी मुंह के बल, नीचे की ओर नहीं गिरता था। इन कारणों से इस साइकिल को 'सुरक्षित' करार दिया गया।

पेज 9 बाद की रोवर सेफ्टी साइकिल का मॉडल जिसमें साइकिल पूरी तरह से विकसित हुई।

सुरक्षित होने के बावजूद भी इस साइकिल को तमाम विरोधों का सामना करना पड़ा। ठोस टायरों के कारण इसमें ऊंची साइकिलों से भी अधिक कंपन होते थे और कच्ची जमीन के इतने नजदीक पैडिल करने से पैर, धूल से सन

जाते थे। परंतु आने वाले सुधारों और उसके गुणधर्मों के अनुभवों से, केवल 10 साल के अंदर ही इस साइकिल ने लगभग सबका दिल मोह लिया। क्योंकि अब अगला पहिया सिर्फ स्टेयरिंग के लिये मुक्त था और उस पर पैडिलों का कोई दबाव नहीं था इसलिये मशीन को संतुलित रखने में बिल्कुल जोर नहीं लगाना पड़ता था। अब कोई भी चालक, हैंडिल से अपने दोनों हाथों को हटाकर भी, आराम से साइकिल चला सकता था। इन मशीनों पर हैंडिल या कैरियर पर, अधिक मात्रा में सामान रखकर ढोया जा सकता था। इस साइकिल को चलाना सीखना भी, एकदम बच्चों का खेल था।

पेज 10 पिछले सौ वर्षों में, मोल्टन साइकिल (1976) का डिजायन ही क्रांतिकारी परिवर्तन लाया है। इसमें 16 इंच व्यास के पहिये होते हैं और क्रॉस-फ्रेम होता है। इसे चलाना फैशनेबिल, आसान और आरामदेय होता है।

इसके डिजायन में कुछ अन्य सृजनशील सुधार हुये। 1885 में पहली बार इसमें बर्फी के आकार का ट्यूब फ्रेम लगा, जो इसका एक विशेष लक्षण हैं और जिसमें आजतक कोई खास बदल नहीं आयी है। इससे साइकिल के भार में बहुत कमी आयी। 1888 में पहली बार साइकिलों में हवा से भरे टायर लगाये गये जिन्होंने झटकों को झेलने और ऊबड़-खाबड़ सड़कों पर आराम से सवारी करने का एक अभूतपूर्व अनुभव प्रदान किया। 1890 तक, सुरक्षित साइकिल काफी आरामदेय और उपयोगी बन चुकी थी। उसे अधिकांश लोंगों ने आवागमन के एक लोकप्रिय साधन के रूप में स्वीकारा। इसे उन लोगों ने भी अपनाया जो पहले इसे अपनी प्रतिष्ठा के नीचे समझते थे और उन लोगों ने भी जो पहले साइकिल को चला पाना एक बहुत कठिन कार्य समझते थे। साइकिलों का अब तेजी से इस्तेमाल होने लगा - फेरीवाले, मजदूर और महिलायें इन्हें शाम को सैर-सपाटे के लिये उपयोग करने लगीं।

पिछले 100 वर्षों में साइकिल में बहुत कम बदलाव आये हैं। 1885 की रोवर साइकिलें, आजकल की सफारी साइकिलों जैसी ही लगती हैं। हां, कुछ सुधार तो निश्चित तौर पर हुये हैं। आजकल हम साइकिल निर्माण में कहीं अधिक मजबूत और हल्के पदार्थों का उपयोग करने लगे हैं। बाल-बेयरिंगों में भी सुधार हुआ है। नये कैलिपर-ब्रेक्स भी अधिक प्रभावशाली हैं।

साइकिल के हिस्से

पहिये

अक्सर कहा जाता है कि किसी भी सृजनशील इंजिनियर को सबसे उपयोगी विचार अपने आसपास के प्राकृतिक जगत से मिल सकते हैं। जो भी समस्यायें मनुष्य के सामने आयेंगी, प्रकृति का क्रमिक विकास उनका समुचित हल अवश्य खोज निकालेगा। यातायात के क्षेत्र में, पहिया सबसे महान आविष्कार था। चिकनी सतह पर बेलनाकार पहिये के लुढ़कने की जगह, अगर उसी भार को, जमीन पर खींचा जाये तो उसे, 100 गुने अधिक अवरोध का सामना करना पड़ेगा। मनुष्यों ने निश्चित ही पत्थरों को पहाड़ियों पर से लुढ़कते हुये देखा होगा। गतिशील घर्षण का यह सबक शायद उन्हें बेलनाकार लकड़ी के लट्ठों को लुढ़कते हुये या अन्य चीजों को देखकर मिला हो।

ट्रेन के स्टील पहिये को स्टील की पटरी पर चलने में न्यूनतम अवरोध का सामना करना पड़ता है जो पहिये के भार का केवल एक-हजारवां हिस्सा होता है। परंतु जब यह पहिया किसी मुलायम सतह पर रुकता है तो वो सतह विकृत हो जाती है और उसमें एक छोटा सा गड्ढा हो जाता है। पहिये को अब आगे लुढ़कने के लिये अधिक प्रयास करना होगा क्योंकि उसे उस छोटे गड्ढे में से निकलना होगा। इसी प्रकार अगर कोई मुलायम पहिया कठोर सतह पर लुढ़क रहा हो तो वो संपर्क बिंदु पर पड़े भार के कारण विकृत हो जाता है। यह 'विकृत' पहिया अब पूर्णत: गोलाकार नहीं रहता है इसलिये वो आसानी से लुढ़क भी नहीं पाता है। दोनों ही स्थितियों में, 'विकृतियों' के कारण, गति के लिये अधिक प्रयास की आवश्यकता पड़ती है।

पेज 11 एक गाड़ी का पहिया जिसकी मजबूत तीलियां सम्पीडन (कम्प्रैशन) में हैं।

हॉबी-हार्स और बोन-शेकर साइकिलों के पहिये बहुत भारी-भरकम और बैलगाड़ी के पहियों जैसे थे। उनमें लकड़ी की मोटी तीलियां (स्पोक्स) भार सहती थीं। पहियों और तीलियों में लोच की कमी और कठोरता के कारण चालक को सड़क पर पड़े छोटे से पत्थर से भी भारी झटके का अहसास होता था।

पेज 12
सीट
पिछला हब
डिरेलर
चेन
चेन-व्हील
क्रैंक
पैडिल
निचला ट्यूब
सीट ट्यूब
ब्रेक का तार
ऊपर का ट्यूब
हैंडिल
ब्रेक लीवर
गेयर बदलने का लीवर
ब्रेक
अगला फोर्क
आज की नवीन साइकिल में बहुत सारे बारीकी से बने पुर्जों को इकट्ठा करके एक-साथ जमाया गया है।

पेज 13 गाड़ी की मजबूत तीलियों हब पर लगे बल को सम्पीडन (कम्प्रेशन) में सहती हैं। साइकिल में पतले तार की तीलियां इसी बल को तनाव (टेंशन) में सहती हैं।

पहियों के डिजायन में पहली प्रगति, पेनी-फारदिंग साइकिलों के आने के साथ हुयी। इनके पहियों का डिजायन लटकाने (यानि सस्पेंशन) के सिद्धांत पर आधारित था। इसमें भार (जिसका प्रतीक केंद्रीय हब था) को पतले तारों के जरिये रिम के ऊपरी हिस्सों से लटकाया गया था। यहां पर खंभे जैसी तीलियां, रिम के निचले हिस्से से नहीं लगीं थीं। इतना हमें अच्छी तरह पता है कि एक पतली छड़ से अगर कोई भार लटकाया जाये तो वो बहुत अधिक भार उठा सकती है (क्योंकि यहां पर छड़ खिंचाव, यानि टेंशन में होगी)। परंतु अगर उतना ही भार उस छड़ के ऊपर रखा जायेगा तो वो मुड़ सकती है (क्योंकि यहां भार छड़ को दबायेगा)। जब किसी पतले खंभे को ऊपर दबाया जाता है तो वो कम भार से ही लचक जाता है। निर्माण के इसी सिद्धांत पर आधारित हल्के तारों या रस्सियों से लटके हुये सुंदर पुल (ससपेंशन ब्रिज) बनाये जाते हैं। नये पहियों में, तारों की बनी तीलियों द्वारा, इसी सिद्धांत का उपयोग करने से, पहियों के भार में बहुत कमी आयी।

पेज 13 शुरू में पहियों में, तनाव वाली तीलियां रिम से सीधी हब की ओर जाती थीं। वो तीलियां खड़ा भार तो सह पाती थीं परंतु हब पर लगे बल-आघूर्ण को रिम तक नहीं पहुंचा पाती थीं। इसलिये इन पहियों में अलग से, खुद की तनाव-तीलियों वाली कुछ सख्त छड़ें लगाई जाती थीं।

शुरुआत के पहियों में त्रिज्यीय तीलियां लगी होती थीं जिन्हें कसकर शुरुआती तनाव दिया जा सकता था। इसमें सावधानी से सभी तीलियों के तनाव को बारी-बारी से ठीक करके पहिये के रिम को हब के केंद्र में लाया जा सकता था जिससे कि पहिया सही प्रकार घूमे और बिल्कुल डगमगाये नहीं। परंतु त्रिज्यीय हबों से, पैडिलों द्वारा हब पर लग रहे भारी मात्रा में बल-आघूर्ण (टार्क) को संचारित नहीं किया जा सकता था। थोड़े भी बल-आघूर्ण से पतले तार की बनी तीलियां मुड़ जाती थीं। इसके लिये दो सख्त छड़ें, जिनके साथ इनकी अपनी तनाव तीलियां होती थीं (इसके लिये पेनी-फारदिंग का पहिया देखें) चलाने वाले पहिये से जोड़ी जाती थीं जिससे कि पहिया भारी हो जाये।

पेज 14 सबसे हल्के पहिये के लिये तीलियों का हब के स्पर्शरेखीय होना ही सबसे सरल होगा। इससे गति की छहों दिशाओं में रोकथाम होगी।

परंतु कुछ ही समय बाद ही इन तनाव तीलियों से मुक्ति मिली। इसके लिये तीलियों को हब के चारों ओर सजाने का एक बेहद सृजनशील तरीका अपनाया गया। अब तीलियां हब के केंद्र में, त्रिज्यायों जैसे आने की बजाये, हब से स्पर्शरेखीय रूप में जुड़ी होतीं। ऐसे पहिये के हब पर जब चेन वाले स्प्राकिट के माध्यम से बल-आघूर्ण लगाया जाता तब तार की तीलियों में तनाव आता और वो रिम को उसी दिशा में चलातीं। तीलियों और हब द्वारा बने अनेकों त्रिभुज यह सुनिश्चित करते कि सभी प्रकार के बलों का सिर्फ तीलियों के तनाव से प्रतिरोध हो। त्रिकोणिकरण के इसी सिद्धांत को बाद में, सुरक्षित साइकिल के बर्फीनुमा फ्रेम बनाने के लिये उपयोग किया गया।

पेज 14 रिम
तीलियां (स्पोक्स)
हब
दो तीलियों और हब से मिलकर एक त्रिकोण बनेगा जो भार सहने का सर्वश्रेष्ठ ज्यामितीय आकार है।

अत्वरण (डिसेलेरेशन) की अवस्था में पैदा हुये बल-आघूर्णों का भी प्रतिरोध इसी प्रकार किया गया, क्योंकि हरेक दूसरी तीली स्पर्शरेखीय दिशा में पीछे की ओर जाती थी। तीलियों में तनाव के कारण ब्रेकिंग द्वारा उत्पन्न बल-आघूर्णों का भी प्रतिरोध हो सका। आजकल तीलियों वाली सभी नवीन प्रकार की साइकिलों में, लगभग इसी डिजायन का उपयोग होता है।

हवा से भरे (न्यूमैटिक) टायर
आजकल की साइकिलों में इस्तेमाल किये जाने वाले हवा से भरे टायरों का पहली बार, 1888 में प्रवेश हुआ। इनमें ठोस रबर के टायरों के मुकाबले बहुत कम कंपन पैदा होते थे। इसका सिद्धांत सरल था: अब साइकिल हवा की एक थैली पर चल सकती थी जिससे यात्रा आरामदेय और सुखद होती थी।

पेज 15 नमूनेदार रबर (ट्रेड)
टायर
अंदर का ट्यूब
तार के छल्ले
रिम

यहां हवा एक पतले अंदर के टयूब में दबाव देकर भरी जाती है। हवा से भरे इस टयूब की सुरक्षा के लिये बाहर एक मोटा टायर होता है। टायर को मजबूती प्रदान करने के लिये उसकी रबर में मजबूत डोरी की कई तहें बिछी होती

हैं। उसमें सिरों पर दो स्टील के तार के बने छल्ले भी होते हैं जो पहिये के रिम के खांचों में फिट बैठते हैं। जैसे-जैसे अंदर वाला ट्यूब हवा के दाब से फूलता है वैसे-वैसे टायर पर लगे तार के ये छल्ले फैलते हैं और रिम के खांचों में बैठकर टायर को उसके सही स्थान पर रखते हैं।

भार के कारण हवा से भरा टायर लचकदार होता है और इसी से घूमने का प्रतिरोध पैदा होता है। जैसे-जैसे भार से लदा टायर सड़क पर लुढ़कता है वैसे-वैसे टायर के विभिन्न भाग लगातार लचकते हैं और ऊर्जा का क्षय करते हैं। घूमने के प्रतिरोध को कम करने के लिये आप टायर में हवा के दाब को बढ़ा सकते हैं। हवा के अधिक दाब के कारण, टायर भार की वजह से कम दबेगा और इससे उसका लचीलापन कम होगा। आजकल टायरों में सामान्य दाब ढाई से चार वायुमंडलीय दाब होता है (यानि 250-400 केपीए या 35-60 पीएसआई होता है)। हरेक साइकिल चालक को यह पता होता है कि टायर में अधिक हवा भरने से साइकिल ज्यादा तेजी से भागती है। परंतु उन्हें यह भी पता होता है कि अधिक हवा से भरे टायर, धक्कों से कम बचाव करते हैं और इससे यात्रा कठिन झटकों से भर जाती है। सड़क पर पड़े सभी पत्थरों और गड्ढों के झटके, सीधे साइकिल की सीट पर संचारित होते हैं।

पेज 15 प्रतिक्रिया बल

जब कोई मुलायम टायर मुलायम सड़क पर लुढ़कता है तो टायर और सड़क दोनों ही विकृत होते हैं। विकृत सड़क एक प्रतिरोध उत्पन्न करता है गति का विरोध करता है। इसी प्रकार टायर की विकृति भी उसे आसानी से लुढ़कने नहीं देती है।

पेज 16 अंदर का ट्यूब
टेप
फैब्रिक कवच
आधार का टेप जमीन के सम्पर्क में
सिलाई

जो लोग साइकिल रेसों में भाग लेते हैं उनके लिये आराम की बजाये रफ्तार अधिक महत्वपूर्ण होती है। वे लोग टायर में सामान्य से कहीं अधिक दाब की हवा भरते हैं। टायरों का दबना और उनके घूमने का प्रतिरोध टायर कितना भार झेल रहे हैं इस बात पर भी निर्भर करता है। इसमें चालक का भार, साइकिल और टायर के खुद का भार भी शामिल होता है। सभी प्रकार के भार को कम करने के साथ-साथ (जिनमें उनका खुद का भार शामिल होता है) साइकिल रेसों के प्रत्याक्षी विशेष रूप से डिजायन किये टायर्स - ट्यूबलर्स का उपयोग करते हैं। यह रेशम अथवा पोलिस्टर कपड़े के बने होते हैं (इनमें रबर मिली होती है) और हल्के वजन के अंदर वाले ट्यूब के ऊपर सिले गये होते हैं। फिर इस ट्यूब और टायर की जोड़ी को पहिये के रिम पर विशेष गोंद से चिपका दिया जाता है। इस प्रकार के ट्यूबलर्स बहुत हल्के होते हैं और वो अधिक हवा के दाब के कारण बहुत तेजी से लुढ़कते हैं। परंतु सुरक्षा की तहों के घटने के कारण उनमें काफी जल्दी पंचर भी हो सकता है।

बेयरिंग्स

फ्रेम के उन छेदों में, जिनमें धुरियां (शाफ्ट) घूमते हैं को, बेयरिंग्स कहते हैं। साइकिलों के शुरुआती दौर में बेयरिंग्स में घर्षण कम करने के लिये उनको लगातार साफ करना पड़ता था और उनमें तेल डालना पड़ता था। जिस बेयरिंग में सही तरह से तेल न पड़ा हो उसमें (क) घर्षण बढ़ने के कारण अधिक बल लगाना पड़ता था, और (ख) बेयरिंग के अंदर धुरी के छेद की दीवार से रगड़ने के कारण खूब उष्मा पैदा होती थी। इस उच्च तापमान के कारण अक्सर बेयरिंग की दीवार पिघल जाती थी और उससे पहिये में जाम लग जाता यानि वो रुक जाता था। बेयरिंग्स को बार-बार साफ करने की हिदायत दी जाती थी क्योंकि उनमें तेल से, अधिक धूल और गंदगी आकर्षित होती थी और उससे बेयरिंग की सतहें खराब हो जाती थीं।

पेज 16 आमतौर पर प्रयोग किये जाने वाले बॉल-बेयरिंग का चित्र। इसकी धुरी पर एक कठोर 'कोन' या शंकु होता है और फ्रेम में 'कप' होता है। स्टील के छर्रे (गेंदें) कप और कोन के बीच घूमते हैं।

पेज 17 हब
कप
कोन
धुरी (एक्सल)
फोर्क का सिरा
सामने पहिये के हब बेयरिंग के कटान का चित्र

बाल-बेयरिंग और रोलर-बेयरिंग का उपयोग तो पहिये के विचार का ही एक विस्तार है। दो सतहों के बीच में घूमते एक कठोर रोलर से एक ओर फिसलपन पर रोक लगती है और दूसरी ओर घर्षण का प्रतिरोध बहुत कम हो जाता है। साइकिल में प्रयोग किये जाने वाले बेयरिंग्स में सामान्यत: एक बाहरी कप और अंदरूनी कप के बीच, कठोर स्टील की गेंदें घूमती हैं। गेंदें, कोन और कप सभी कठोर स्टील के बने होते हैं जिससे वो जल्दी घिसे नहीं और न ही जल्दी विकृत हों। इनसे घर्षण इतना अधिक कम हो जाता है कि इन बेयरिंग्स को घर्षण-विरोधी (एंटी-फ्रिक्शन) बेयरिंग्स के नाम से भी बुलाया जाता है। बिना तेल डाले भी यह काफी दिनों तक सही-सलामत टिकते हैं। और अगर इन्हें कभी बदलने की जरूरत पड़े तो वो भी काम भी आसानी से और सस्ते में निबट जाता है।

चेन

चेन का डिजायन भी विकास की एक क्रमिक प्रक्रिया से गुजरा। शुरू में चेन पिन के प्रकार की होती थीं जिनमें पिनें, स्प्राकिट के दांतों में सीधे फंसकर लुढ़कती थीं। इनसे स्प्राकिट के दांत बहुत जल्दी घिस जाते थे। बाद के डिजायनों में रोलर और बुश लगाये गये जिनसे, न तो स्प्राकिट के दांत और न ही सिरे की प्लेटें, सीधे पिनों से संपर्क में आतीं। इससे इन पुर्जों का जीवनकाल बहुत बढ़ गया। आज की नवीन बुश-रोलर चेन - जिसका डिजायन मूलत: 1880 में हुआ था इतनी टिकाऊ और उत्तम निकली कि, वो आज भी मोटरकारों के इंजनों में कैम-शाफ्ट को चलाने के लिये उपयोग की जाती है।

पेज 17 पिन
स्टड
रोलर
बुश
सिरे की प्लेट
लिंक प्लेट

बुश-रोलर चेन (1880) बहुत कार्यकुशल, हल्की और लंबी उम्र तक चलती है। अच्छे पदार्थों और बेहतर निर्माण विधियों के अलावा इन चेनों में, पिछले सौ वर्षों में, कुछ बदलाव नहीं हुआ है।

पेज 18 सात-रफ्तार वाले हब का विस्तृत चित्र। चेन इन तमाम स्प्राकिटों में से किसी एक पर चलती है और यह स्प्राकिट फ्रीव्हील के साथ जुड़ा होता है। स्प्रिंग से जुड़े गुटके (पौल) फ्रीव्हील से तब जुड़ते हैं जब वो एक दिशा में घूमता है और हब और पहिये को घुमाता है। जब फ्रीव्हील उल्टी दिशा में घूमता है तो, यह पौल दबे रहते हैं और फ्रीव्हील और हब को आपस में फिसलने देते हैं।

पेज 18 फ्रीव्हील के प्रमुख भाग। एक विशेष दिशा में घूमने पर चित्र में दिखाये तिरछे दांत, गुटकों या पौल में फंस जाते हैं।

फ्रीव्हील

फ्रीव्हील एक ऐसा पुर्जा है जो पिछले चलने वाले पहिये के स्प्राकिट को उसके हब के साथ बड़ी चतुराई से जोड़ता है। जब स्प्राकिट आगे की दिशा में घूमता है तो फ्रीव्हील, स्प्राकिट को हब से जोड़ती है परंतु जब स्प्राकिट उल्टी दिशा में घूमता है, या स्थिर होता है तो फ्रीव्हील, पहिये को आगे घूमने के लिये मुक्त छोड़ देता है। इस तरह की जुगाड़ से साइकिल पर चढ़ना और उतरना काफी आसान हो जाता है। अगर स्प्राकिट और पहिये के बीच फ्रीव्हील नहीं लगा होता तो यह काम बहुत मुश्किल होता। क्योंकि फ्रीव्हील के बिना पहिये के घूमने के साथ-साथ पैडिल भी हमेशा घूमते। साइकिल का बिना पैडिल चलाये, अपने जड़त्व के कारण ही आगे चलते रहना, फ्रीव्हील के बिना संभव नहीं होता।

पेज 19 फ्रीव्हील से पहले, लगातार चलते पैडिलों से आराम के लिये चालक, अपने दोनों पैरों को पांवदान पर रखता था। पांवदान उन साइकिलों में अवश्य लगे होते जिनके चालक आराम की सवारी चाहते थे।

फ्रीव्हील के अंदर कुछ स्टील के गुटके होते हैं जो स्प्रिंगों से जुड़े होते हैं। इन गुटकों को 'पौल' कहते हैं। दबाने पर प्रत्येक गुटका धुरी के एक खांचे में फंस जाता है और दाब हटने पर वो खांचे में से बाहर निकल आता है। उससे मेल खाते, स्प्राकिट में अंदर की ओर, बहुत सारे तिरछे दांत (रैचिट) होते हैं। जब स्प्राकिट उल्टी दिशा में घूमता है, उस समय यह गुटके दांतों के तिरछेपन के कारण नीचे दबे होते हैं और इस कारण स्प्राकिट धुरी पर आसानी से घूम सकता है। परंतु जब स्प्राकिट सीधी दिशा में घूमता है तो स्प्रिंगों से जुड़े यह गुटके खुल जाते हैं और स्प्राकिट के अंदरूनी दांतों में सीधी ओर फंस जाते हैं। यह तब होता है जब साइकिल सवार पैडिल को स्प्राकिट से अधिक तेजी से घुमाता है। इससे चालक की मांसपेशियों की ताकत, पहियों को त्वरण प्रदान करती है।

फ्रीव्हील के कारण ही चालक पैडिल पर अपने पैरों को स्थिर रखकर, या फिर उन्हें उल्टा घुमाकर भी, साइकिल पर आगे बढ़ने का आनंद ले सकता है। फ्रीव्हील के लगने के बाद से साइकिलों पर चढ़ना और उनसे उतरना भी सुरक्षित हो गया। अब चालक ढलान पर भी, बिना लगातार पैडिल चलाये, आसानी से नीचे उतर सकता था।

ब्रेक

साइकिल में फ्रीव्हील के लगने से पहले ब्रेक की कोई जरूरत ही नहीं थी क्योंकि तब पहिये के साथ-साथ पैडिल भी घूमते थे। साइकिल को ब्रेक करने के लिये पैडिलों को केवल उल्टा घुमाने की जरूरत होती। परंतु इसमें बहुत बल की आवश्यकता होती खासकर अगर साइकिल सवार तेज रफ्तार से चल रहा होता। इसके कारण किसी पहाड़ी से साइकिल पर नीचे की ओर उतरना बहुत ही जोखिम भरा खेल हो जाता। शुरू के साइकिल ब्रेकों में, सिर्फ एक धातु का चम्मच होता था जो हाथ के लीवर से दबाने पर, साइकिल के अगले पहिये के रिम से रगड़ता था। यह ब्रेक ठोस रबर के टायरों पर तो अच्छा काम करता था परंतु हवा से भरे टायरों पर इसका बहुत बुरा असर पड़ा।

पेज 20 रिम

ब्रेक के गुटके

आम भारतीय साइकिलों में जो स्टिरर्प ब्रेक लगता है वो रिम के निचले भाग से रगड़ता है। इन ब्रेकों की कार्यपद्धति काफी अविश्वसनीय होती है। इनको बार-बार ठीक करने की आवश्यकता भी पड़ती है।

हवा के टायरों के उदगम के बाद ही 'स्टिरर्प ब्रेक' का आविष्कार हुआ। आज भी बहुत सी साइकिलों में इन्हें इस्तेमाल किया जाता है। इसमें कुछ रबर के गुटके होते हैं जो रिम के अंदर वाले भाग से रगड़ते हैं। रबर के गुटके

और रिम के बीच, घर्षण का बल, रिम पर हावी होता है और उसे रोकने की कोशिश करता है। यह बल, गुटके के पदार्थ और रिम पर उसके द्वारा लगाये दबाव पर निर्भर करता है। इस दबाव को लीवरों की जुगाड़ से बढ़ाया जाता है। इनसे, हाथ के ब्रेक-लीवर की गति को, ब्रेक के गुटकों तक पहुंचने में काफी यांत्रिक-लाभ मिलता है।

परंतु जल्दी ही स्टिरर्प ब्रेक के स्थान पर कैलिपर ब्रेक आ गये जिनमें ब्रेक के गुटके, रिम की अंदर वाली सतह की बजाये चपटी दीवारों को रगड़ते थे। कैलिपर ब्रेकों का सबसे बड़ा फायदा यह है कि इन पर पहिये के गोलाकार न होने का कोई असर नहीं पड़ता है। दूसरी ओर स्टिरर्प ब्रेकों के साथ एक भारी दिक्कत थी - जहां कहीं भी पहिये के गोले का वक्र बदलता, वहां पर ब्रेक का, रिम के साथ संपर्क टूट जाता। साथ में टायर बदलते समय कैलिपर ब्रेक आड़े नहीं आते हैं, जबकि स्टिरर्प ब्रेकों को रास्ते में से हटाना पड़ता है।

पेज 21 कैलिपर ब्रेक्स रिम की चपटी दीवारों से रगड़ते हैं। इन्हें एक नली के अंदर घुसे ब्रेक तार को खींचकर क्रियांवित किया जाता है। बाहर वाली नली A और अंदर का तार B से जुड़ा होता है।

कैलिपर ब्रेकों को एक लचीले तार या केबिल के जरिये चलाया जाता है। केबिल में एक तार होता है जो बाहरी नली के अंदर चलता है। ब्रेक के लीवर को दबाने पर अंदर का तार तनाव (टेंशन) में और बाहरी नली सम्पीडन (कंप्रेशन) में आ जाती है। यह तनाव और सम्पीडन कैलिपर के दोनों आधे हिस्सों पर पड़ता है और उससे ब्रेक के गुटके, रिम से जाकर रगड़ते हैं।

पेज 21 बाहर की नली
ब्रेक-लीवर के सिरे पर धातु की घुंडी
अंदर का तार

अंदर का तार तनाव में और बाहर की नली सम्पीडन में की विधि बहुत से यंत्रों को रिमोट, यानि दूरी से चलाने का सबसे प्रभावशाली तरीका है। साइकिल या मोटरसाइकिल में गेयर बदलने का काम, मोटरसाइकिल में क्लच या एक्सिलेटर आदि को भी इसी युक्ति से चलाया जाता है। इसी केबिल को रूपांतरित करके उनसे घूमते हुये पुर्जों का रिमोट नियंत्रण किया जाता है। कार के स्पीडोमीटर में लगने वाला केबिल इस उपयोग का एक उदाहरण है।

गेयर

शुरू में केवल अगले पहिये को सीधे क्रैंक करके चलाया जाता था। तब पैडिल के हरेक चक्कर में अधिक दूरी तय करने का - जिसे गेयर-अनुपात कहते हैं, केवल एक ही विकल्प था और वो था पहिये के व्यास को बढ़ाना। पेनी-फारदिंग साइकिल में इसका उपयोग किया गया था। ऊंचे गेयर-अनुपात के कारण हब पर लगा बल-आघूर्ण, पैडिलों पर लगाये बल-आघूर्ण की अपेक्षा बहुत कम होता था। समतल सड़क पर सवारी करने के लिये तो यह ठीक था। परंतु साइकिल से चढ़ाई चढ़ने या फिर त्वरण बढ़ाने में काफी मुश्किल होती थी।

गेयर-अनुपात मनमर्जी से बदला जा सके इसके लिये किसी जुगाड़ की आवश्यकता थी। इससे गेयर-अनुपात चढ़ाई चढ़ते समय कम, और समतल सड़क पर अधिक किया जा सकता था। पेनी-फारदिंग में इसे कर पाना संभव नहीं था क्योंकि उसमें गेयर-अनुपात पूरी तरह चलाने वाले अगले पहिये के अनुपात पर निर्भर था।

पेज 22 अंदर का तार बाहर की नली में से डिरेलर को एक ओर खींचता है और उससे चेन, एक स्प्राकिट से दूसरे पर फिसल जाती है। स्प्रिंग से जुड़ा एक फ्री-रोलर चेन की ढील को दूर करता है।

परंतु चेन द्वारा चलने वाली सुरक्षित साइकिलों में गेयर-अनुपात को आसानी से बदला जा सकता था। गेयर-अनुपात को बदलने के कई तरीके सुझाये गये, परंतु जो तरीका आजकल सबसे अधिक लोकप्रिय हुआ है उसमें पिछले पहिये

में विभिन्न व्यास के कई स्प्राकिट व्हील लगे होते हैं। जब चेन बड़े व्यास के स्प्राकिट पर चढ़ी होती है तब गेयर-अनुपात कम होता है। जब चेन छोटे व्यास के स्प्राकिट पर चढ़ी होती है तब गेयर-अनुपात अधिक होता है। स्प्राकिटों के व्यास के बदलने से चेन में आई ढील को एक स्प्रिंगयुक्त घिरनी की जुगाड़ - जिसे 'डिरेलर' कहते हैं की सहायता से ठीक किया जाता है। जैसे ही गेयर बदलने वाले लीवर को खिसकाया जाता है वो केबिल को खींचता है। केबिल डिरेलर यंत्र को एक ओर खींचता है और उससे चेन एक स्प्राकिट से सिरक कर दूसरे स्प्राकिट पर चढ़ जाती है। यह पूरी जुगाड़ बहुत कुशलता से काम करती है और हल्की होती है परंतु उसका काफी सावधानी से समायोजन करना पड़ता है। हब में लगे डिरेलर में तीन से पांच स्प्राकिट हो सकते हैं जिससे गति के तीन से पांच 'गेयर-अनुपात' मिल सकते हैं। दस-गतियों वाली साइकिलों में हब में भी लगभग, समान तरीके का ही यंत्र होता है परंतु पैडलों से जुड़े चेन-व्हील में, दो अलग व्यासों के चेन-व्हील होते हैं। दो-गतियों की चेन-व्हील और पांच-गतियों के हब के कारण खिलाड़ियों द्वारा इस्तेमाल में लाई जाने वाली स्पोर्टस साइकिलों में दस-गतियां होती हैं।

पेज 22 दस-रफ्तार वाली साइकिल में सामान्य सप्राकिट और चेन-व्हील के नाप (दांतों की संख्या में)। विभिन्न समायोजनों से अलग-अलग गेयर-अनुपात मिलते हैं जो न्यूनतम 34 इंच (27 इंच के पहिये द्वारा जमीन पर एक चक्कर लगाने के दौरान तय की दूरी) और अधिकतम 100 इंच होता है। निचले-गेयर चढ़ायी चढ़ने या त्वरण के लिये अच्छे होते हैं। ऊंचे-गेयर सीधी सड़क पर अथवा ढलान से नीचे उतरते समय उपयोग किये जाते हैं।

पेज 23 डडले-पेडरसन मॉडल साइकिल सबसे पहले 1907 में बनी। त्रिकोणों में बंटें होने के कारण तब तक बनी साइकिलों में उसका फ्रेम सबसे हल्का था। इसकी झूले जैसी 'हैमक' सीट की भी काफी प्रशंसा हुई। इस साइकिल को अब एक डैनिश कम्पनी दुबारा बना रही है।

फ्रेम्स

साइकिलों के फ्रेम में साल-दर-साल काफी विकास हुआ है। आजकल की नवीन साइकिलों का बर्फीनुमा टयूबलर फ्रेम, पुराने हॉबी हार्स के लकड़ी के तख्तों के बने फ्रेम से बहुत भिन्न है। नया फ्रेम मजबूत होने के साथ-साथ बहुत हल्का भी है। फ्रेम के इस किफायती डिजायन में ढांचों के एक बुनियादी सिद्धांत का उपयोग किया गया है। ढांचे का भाग सबसे कमजोर तब होता है जब, जिस भार को वो संभालता है वो उसे मोड़ने का प्रयास करता है। अगर ढांचे के भाग के ऊपर भार होगा तो, भाग सम्पीडन में होगा और वो बहुत अधिक भार को संभाल पायेगा। अगर ढांचे के प्रत्येक भाग को तनाव सहने वाले केबिल लगाकर मजबूती प्रदान की जाये तो यह एक बेहतर तरीका होगा। इसलिये सबसे हल्का ढांचा तब बनेगा जब उसका हरेक भाग, भार के सम्पीडन और तनाव को सहने में सक्षम होगा, परंतु यह ढांचा मुड़ना (बेंडिंग) सहने में अक्षम होगा। इस प्रकार का ढांचा बहुत सारे त्रिभुजों का बना होगा। बड़ी-बड़ी क्रेनों, छतों की कैंचियों और स्टील के बने पुलों के निर्माण में इन्हीं त्रिकोणों की विधि अपनायी जाती है। नवीन साइकिलों का बर्फीनुमा फ्रेम भी काफी हद तक त्रिभुजों में बंटा होता है। त्रिभुजीकृत फ्रेम की इस परिणिति को 1907 की डडले-पेडरसन साइकिल में देखा जा सकता था। यह साइकिल बहुत हल्की थी और इसके पूरे फ्रेम का भार कुल 6 . 4 किलोग्राम ही था।

पेज 23 मोल्टन साइकिलों का क्रॉस-फ्रेम सरल तो था परंतु उसमें त्रिकोणीकृत फ्रेम जैसी मजबूती नहीं थी। आगे से फ्रेम के खुला होने के कारण साइकिल का भार बढ़ा है।

पेज 24 सम्पीडन (कम्प्रेशन)

तनाव (टेंशन)

ऊपर के चित्र में ढांचा झुक कर भार को झेलता है। बाकी उदाहरणों में झुकना कम हो जाता है और उनसे बहुत अधिक कार्यकुशल ढांचे बनते हैं।

पेज 24 ऊपर का ट्यूब

सीट का कोण
सीट का ट्यूब
चेन की कैंची
ब्रैकिट की ऊंचाई
निचला ट्यूब
हेड कोण
फोर्क का झुकाव

स्थापित बर्फीनुमा फ्रेम त्रिकोणिकृत और काफी कार्यकुशल है। पिछले 100 सालों में, मशहूर मोल्टन फ्रेम के अलावा यह एक मानक फ्रेम रहा है। मोल्टन फ्रेम इतना मजबूत नहीं होता है परंतु उसके कई अन्य फायदे हैं।

बर्फीनुमा फ्रेम सबसे पहले 1887 में बनाये गये और उसके पश्चात से लगभग सभी साइकिलों के फ्रेम उसी आधार पर बन रहे हैं। इसमें अगर कोई अपवाद है तो वो है 1964 में बनी मोल्टन साइकिल, जिसका फ्रेम X आकार का है। इसका फ्रेम बर्फीनुमा फ्रेम की तुलना में भारी है परंतु मोल्टन साइकिल के फ्रेम के कुछ अन्य लाभ हैं। इसे महिलायें, स्कर्ट पहन कर भी चला सकती हैं और शायद यही उसकी लोकप्रियता का कारण भी है।

फ्रेम के भार को कम करने के लिये उसके विभिन्न भागों को खोखले टयूबों से बनाया गया है। बांस के गुणधर्म किसी खोखले टयूब के गुणधर्मों से बहुत मिलते-जुलते होते हैं। बांस अपने भार की ठोस लकड़ी की बल्ली की तुलना में, दुगना भार सह सकता है।

साइकिल का विज्ञान
बल और शक्ति

किसी भी गाड़ी के डिजायन में हमें सबसे पहले उस पर लगे बलों और शक्ति की गणना करनी होगी। जब कभी कोई वस्तु किसी सतह पर चलती या लुढ़कती है तब उसपर कई ऐसे बल लगते हैं जो उसकी गति का विरोध करते हैं। इन विरोधी बलों पर काबू पाने के लिये हमें कुछ बल लगाना पड़ता है। वस्तु को त्वरण करने के लिये और अधिक बल लगाने की जरूरत होगी। जितना अधिक वस्तु का भार होगा, और जितना ही अधिक त्वरण होगा उतना ही अधिक बल लगाने की जरूरत होगी। इसलिये जो खिलाड़ी साइकिल रेसों में भाग लेते हैं उन्हें तेज त्वरण के लिये तीन चीजें करनी होती हैं:

- प्रतिरोध को कम-से-कम करना।
- भार को कम रखना।
- अधिक-से-अधिक बल लगाना।

पेज 26 ऊर्जा का उत्पादन (वॉटस)
पैडलिंग की अवधि
पेशेवर खिलाड़ी
स्वस्थ्य आदमी
30 सेकंड 1मिनट 10 मिनट 1 घंटा 8 घंटे

पैडलिंग की अवधि का ऊर्जा उत्पादन पर प्रभाव। रेखाचित्र से पता चलता है कि कम अवधि में ऊर्जा का उत्पादन, लंबी अवधि की तुलना से, छह गुना अधिक हो सकता है। आराम से साइकिल चलाने में 60 वॉट ऊर्जा व्यय होती है।

चढ़ाई चढ़ते समय क्योंकि शरीर के भार को भी ऊपर उठाना पड़ता है इसलिये चालक को बहुत अधिक बल लगाना पड़ता है। हमने सीखा है कि निचले गेयर द्वारा हम अधिक बल लगा सकते हैं। इसलिये साइकिल शुरू करते

समय तब हम निचले गेयर में होते हैं और रफ्तार पकड़ने के साथ-साथ ऊंचे गेयर में चले जाते हैं। गति तेज होने के बाद हमें त्वरण की जरूरत भी नहीं रहती है। इसी प्रकार ढाल पर नीचे उतरते समय हमें, निचले गेयर की आवश्यकता होती है।

पेज 27 पैडिल के चक्कर प्रति मिनट श्रेष्ठतम

पैडलिंग की अवधि

30 सेकंड 1मिनट 10 मिनट 1 घंटा 8 घंटे

अधिकतम ऊर्जा एक आदर्श पैडलिंग की रफ्तार (चक्कर प्रति मिनट) पर मिलती है परंतु यह अवधि की लंबाई के साथ-साथ घटती जाती है। स्वस्थ्य आदमियों के लिये 50 पैडिल के चक्कर प्रति मिनट गति की सिफारिश की गई है। साइकिल रेसों में खिलाड़ी, कम अवधि के लिये अक्सर 150 चक्कर प्रति मिनट की गति तक पहुंच जाते हैं।

शक्ति (पावर) का संबंध गति के दौरान ऊर्जा की खपत दर से होता है। वो प्रतिरोध बल और चलने की रफ्तार पर निर्भर करती है। जितना अधिक बल और रफ्तार होगी उतनी ही ज्यादा शक्ति की जरूरत होगी। साइकिल के पैडिल चलाने के दौरान, गति की शक्ति, मनुष्य रूपी इंजन की मांसपेशियों से ही मिलती है। मांसपेशियां ईंधन की कोशिकायें जैसी होती हैं, जो भोजन की रासायनिक ऊर्जा को क्रैंक की यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करती हैं। साइकिल की रफ्तार को मांसपेशियों द्वारा शक्ति उत्पन्न करने की क्षमता ही सीमित करती है।

हमारे शरीर की कार्यप्रणाली काफी जटिल होती है। अगर हमें एक साथ बहुत अधिक शक्ति चाहें तो वो हमें केवल छोटी सी अवधि के लिये ही मिल सकती है। लंबी अवधि के लिये निरंतर मिलने वाली शक्ति की मात्रा इससे कहीं कम होगी। इसलिये कम अवधि में मिली रफ्तार लंबी अवधि की रफ्तार से बहुत अधिक होगी। समय बढ़ने के साथ-साथ शक्ति उत्पन्न करने की क्षमता किस प्रकार तेजी से घटती जाती है इसे एक चार्ट में दिखाया गया है। एक साधारण साइकिल चालक, लगातार और कायम तौर पर औसतन, 50 वॉट शक्ति का उत्पादन कर सकता है।

शक्ति का लेखा-परीक्षण

जरा हम देखें कि साइकिल चलाने में कितनी ऊर्जा व्यय होती है। जब साइकिल चालक रुकी स्थिति से शुरू करता है तो उसके द्वारा व्यय की ऊर्जा विभिन्न घर्षण बलों पर काबू पाने और त्वरण की गतिज ऊर्जा के रूप में बदल जाती है। जब चालक चढ़ाई पर पैडिल करता है तो ऊंचाई बढ़ने की वजह से ऊर्जा का एक भाग उसकी स्थितिज ऊर्जा को बढ़ाने में भी खर्च हो जाता है।

पहले हम समतल सतह पर स्थिर गति से दौड़ते चालक पर गौर करें। इस समय चालक की समस्त ऊर्जा विभिन्न घर्षण के बलों को काबू करने में खर्च होगी। इसमें से अधिकांश ऊर्जा टायर के लुढ़कने के घर्षण में व्यय होगी। आमतौर पर घर्षण बलों की कुल मात्रा 4 न्यूटन होगी, जिससे 18 किमी/घंटे (या 5 मीटर/सेकंड) की रफ्तार पर करीब 20 वाट खर्च होंगे। यह ऊर्जा रफ्तार बढ़ने के अनुपात में बढ़ेगी यानि, रफ्तार दुगनी होने पर यह ऊर्जा भी दुगनी हो जायेगी।

पेज 28 ऊर्जा

लगातार मिलने वाली अधिकतम ऊर्जा

कुल नष्ट हुई ऊर्जा

गति

प्रतिरोध में खर्च ऊर्जा

संचारण में खर्च ऊर्जा

बेयरिंग्स में खर्च ऊर्जा

टायर लुढ़कने में खर्च ऊर्जा

जिस क्षेत्र में उपलब्ध ऊर्जा, खर्च हुई ऊर्जा से अधिक होगा वहां उसका अंतर साइकिल और चालक की गतिज ऊर्जा को बढ़ाने का काम करेगा। अधिकतम रफ्तार तब होगी जब व्यय हुई सारी ऊर्जा, कुल उपलब्ध ऊर्जा को खर्च कर देगी।

अलग-अलग बॉल-बेयरिंग्स में बहुत कम ही ऊर्जा नष्ट होती है और एक अनुमान के अनुसार इसकी मात्रा 1 वॉट से भी कम होती है। साइकिल में शक्ति संचारित करने वाली चेन और उसके रगड़ खाते अलग-अलग अंजर-पंजरों और स्प्राकिट में कुल मिलाकर करीब 3 वॉट ऊर्जा खर्च होती है। इन सबको जोड़ने पर 24 वॉट बनते हैं जो चालक द्वारा पैदा गई ऊर्जा का लगभग आधा है। बाकी आधी ऊर्जा कहां जाती है? जरा उस पर भी नजर डालें।

हवा का प्रतिरोध

हवा में से गुजरती हरेक वस्तु पर एक प्रतिरोधी बल लगता है जिसे 'ड्रैग' कहते हैं। अगर आप हवा की उल्टी दिशा में चल रहे हों तो आप इस बल को महसूस कर सकते हैं। आमतौर पर साइकिल जिस रफ्तार से चलती है उसमें यह प्रतिरोध, गति के वर्ग के अनुपात में होता है। इसलिये जब गति दुगनी होती है तो प्रतिरोध की मात्रा चौगुनी हो जाती है। यह बहुत अधिक बढ़त है और एक निश्चित प्रयास के लिये यही साइकिल सवार की अधिकतम गति निर्धारित करती है।

पेज 28 सापेक्षिप प्रतिरोध बल

गति

हवा के प्रतिरोध का बल गति के वर्ग के अनुपात में होता है।

विज्ञान के सर्वेक्षण से पता चला है कि चालक जब सामान्य बैठे हुये साधारण साइकिल को चलाता है तो उस पर लग रहा हवा का प्रतिरोध (ड्रैग) निम्न सूत्र के समीप होता है:

प्रतिरोध बल (न्यूटन में) = 0.015 x (गति) x (गति),

और उसके द्वारा व्यय की गई ऊर्जा की मात्रा होगी

प्रतिरोध शक्ति (वॉट्स में) = 0.004 x (गति) x (गति) x (गति),

यहां पर गति किलोमीटर प्रति सेकंड में मापी जायेगी।

इसलिये ड्रैग को काबू में लाने के लिये ऊर्जा की मात्रा, जो 5 किमी / घंटे पर केवल 0.5 वॉट्स थी, 10 किमी / घंटे पर 4 वॉट्स और 15 किमी / घंटे पर 13.5 वॉट्स हो जायेगी। 18 किमी / घंटे की रफ्तार पर ड्रैग बढ़कर 23.3 वॉट्स हो जायेगी। यह मात्रा बाकी सब हानियों के बराबर होगी।

पेज 29 चालक अपने आगे के क्षेत्रफल को झुक कर कम कर सकता है और हवा के प्रतिरोध को घटाकर अपनी गति बढ़ा सकता है।

हमें इस बात का ध्यान रखना चाहिये कि ऊपर दिया सूत्र साइकिल को केवल स्थिर हवा में चलाने के लिये ही वैध है। दरअसल ड्रैग, शरीर के सापेक्ष, हवा की गति पर निर्भर करता है। इसलिये अगर चालक की दिशा में हवा 5 किमी / घंटे की गति से चल रही हो तो वो, स्थिर हवा की तुलना में, 5 किमी / घंटे की कम हानि महसूस करेगा। अब की चर्चा से यह स्पष्ट हो जाना चाहिये कि अंतत: साइकिल चालक की गति हवा के प्रतिरोध द्वारा सीमित होती है। इसलिये अपनी गति बढ़ाने के लिये चालक को हवा के प्रतिरोध को कम-से-कम करने का प्रयास करना चाहिये।

तेज गति वाली कारों और हवाईजहाजों के डिजायन अनुभव से हमें यह पता है कि ड्रैग बल चलने वाली वस्तु के 'अगले' भाग के क्षेत्रफल और उसके आकार की वक्रता पर निर्भर करता है (इसके अलावा यह बल, वस्तु की गति पर तो निर्भर करता ही है।) इसी वजह से रेसों में भाग लेने वाले साइकिल सवार अपने शरीर को साइकिल के हैंडिलों पर झुकाते हैं जिससे कि सामने से आती हवा के बहाव का प्रकोप कुछ कम हो। अगर साइकिल सवार लेटी स्थिति में होगा तो उसका कम क्षेत्रफल, हवा के संपर्क में आयेगा और इस युक्ति को नयी साइकिलों के कुछ डिजायनों में उपयोग किया गया है। अपने 'सामने' के क्षेत्रफल को कम करने के लिये साइकिल रेस चालक एकदम चुस्त, कसे हुये कपड़े पहनते हैं।

शरीर की रूपरेखा भी हवा के प्रतिरोध को निर्धारित करने में काफी महत्वपूर्ण होती है। रेसिंग कारों के गोलाई लिये हुये निष्कोण आकार की तुलना अगर आप पुरानी कारों के आकर से करें तो यह अधिक स्पष्ट हो जायेगा। इसे सूंस मछली (डौल्फिन) के आंसू की बूंद जैसे आकार से भी समझा जा सकता है, जिसका हवाईजहाजों के डिजायनरों ने बखूबी इस्तेमाल किया है। इस प्रकार के प्रवाह-रेखीय (स्ट्रीमलाइंड) आकर से ड्रैग के प्रतिरोध को कम किया जा सकता है। अगर किसी गोलाकार वस्तु के पीछे एक धीरे-धीरे पतली होती पूंछ जोड़ दी जाये तो उससे ड्रैग के बल को सौ-गुना कम किया जा सकता है।

पेज 30 वस्तु के आकार को प्रवाह-रेखीय (स्ट्रीमलाइंड) बनाकर प्रतिरोध को कम किया जा सकता है। ऐसा ऐयरोफाइल, डौल्फिन और उच्च कार्यक्षमता वाली मोटरकारों में किया जाता है।

किसी ऐयरोफाइल और उसके एक-दसवें क्षेत्रफल (अगले) की बेलनाकार वस्तु का प्रतिरोध एक-जैसा होगा।

हैंडिल की गोलाई के कारण कुछ प्रवाह-रेखीय (स्ट्रीमलाइनिंग) असर अवश्य पड़ता है। प्रतिरोध कम करने से गति को 10 प्रतिशत तक बढ़ाया जा सकता है।

पेज 31 साइकिल के चारों ओर एक प्रवाह-रेखीय (स्ट्रीमलाइंड) कवच लगाने से हवा के प्रतिरोध को बहुत कम किया जा सकता है। चालक की आधी-लेटी स्थिति से अगला क्षेत्रफल कम और प्रतिरोध भी कम होता है।

पेज 31 गैर-खिलाड़ियों द्वारा प्राप्त न्यूनतम गति

प्रतिरोध

सामान्य साइकिल, चालक सीधा

सामान्य खेल साइकिल, चालक झुका

साधारण रेस साइकिल, चुस्त कपड़े

ऊंची फेयरिंग साइकिल, चालक झुका

निचली फेयरिंग साइकिल, चालक झुका

विभिन्न साइकिलों के आकारों और चालक की स्थितियों के सापेक्षिक प्रतिरोध। संख्यायें औसत अधिकतम गति दर्शाती हैं जो एक गैर-खिलाड़ी आदमी लगातार साइकिल चलाने के दौरान प्राप्त कर सकता है। गति में ज्यादातर तेजी, प्रतिरोध के कम होने के कारण आती है।

इस सारी जानकारी को साइकिल के डिजायन के लिये किस प्रकार उपयोग किया जा सकता है? यह काम बहुत आसान नहीं होगा। मनुष्य के शरीर की रूपरेखा बिल्कुल भी प्रवाह-रेखीय (स्ट्रीमलाइंड) नहीं होती है। परंतु चालक और साइकिल को, आंसू की बूंद के आकार के कवच में बंद करके हम प्रतिरोध को कम करने का लाभ अवश्य ले सकते हैं। इस दिशा में कुछ नये प्रयास हुये हैं (जिनमें चालक के अगले भाग का क्षेत्रफल कम करने के लिये उसे लिटाया जाता है) और उनसे अधिकतम गति प्राप्त करने में अभूतपूर्व सफलता भी मिली है। परंतु इस प्रकार की गाड़ियों को चलाने की निपुणता के कारण इनका उपयोग अभी केवल तेज रफ्तार के रिकार्ड तोड़ने और सहनशक्ति के परीक्षण के रूप में ही हुये हैं।

चढ़ाई पर साइकिल चलाना

चढ़ाई पर साइकिल चलाते समय चालक को, साइकिल के साथ-साथ खुद अपने भार को भी ऊपर उठाना पड़ता है और इस वजह से उसे केवल प्रतिरोध पर काबू पाने की तुलना में अधिक बल लगाना पड़ता है। इस कारण चढ़ाई पर साइकिल चढ़ना बहुत कठिन हो जाता है। हां, अगर साइकिल में गेयर का प्रावधान हो तो सवार निचले गेयर में आकर अधिक यांत्रिक-लाभ का फायदा ले सकता है (परंतु इस स्थिति में गति-अनुपात कम होगा)। इसके परिणाम स्वरूप वो धीरे-धीरे परंतु कुछ आसानी से ऊपर चढ़ सकेगा।

पेज 32 भार का एक घटक

प्रतिरोध

घर्षण

भार

चढ़ाई पर चढ़ते समय पैडलिंग के बल को हवा का प्रतिरोध, घर्षण बल और भार के एक घटक पर काबू करना पड़ेगा।

ऊर्जा के लेखा-परीक्षण में अब एक नया शब्द जुड़ जायेगा। चालक जैसे-जैसे चढ़ाई पर चढ़ेगा उसकी स्थितिज-ऊर्जा बढ़ती जायेगी, परंतु यह ऊर्जा भी मांसपेशियों से ही आयेगी। इससे प्रतिरोध पर काबू करने के लिये ऊर्जा में कमी आयेगी और इससे चालक समतल जमीन की तुलना में कम तेजी से ही साइकिल चला पायेगा।

हवा के प्रतिरोध (ड्रैग) में काफी मात्रा में ऊर्जा व्यय होती है, और क्योंकि यह प्रतिरोध शरीर के सापेक्ष, हवा की गति पर निर्भर करता है इसके कारण एक अत्यंत रोचक स्थिति उत्पन्न होती है। यह तब होता है जब हवा चढ़ाई की दिशा में बह रही हो। इससे चढ़ने में उस हद तक आसानी मिलेगी जिससे कि प्रतिरोध पर काबू पाने की बचत, बढ़ी हुई स्थितिज-ऊर्जा की कीमत का प्रतिकार नहीं करे। दूसरी ओर, अगर हवा सामने से आ रही हो तो हवा के प्रतिरोध पर काबू पाने के लिये अधिक ऊर्जा व्यय करनी होगी, जो शायद नीचे ढलान पर उतरते वक्त मिली स्थितिज-ऊर्जा से अधिक हो।

ब्रेकिंग

साइकिल में ब्रेक घर्षण वाले पदार्थ (सामान्यत: रबर) के रिम की अंदर वाली या बाहर की सतह के साथ रगड़ने से लगता है। इससे पहिया एक ओर घूमने से बचता है और इसके परिणाम स्वरूप टायर सड़क पर लुढ़कने की बजाये घिसटता है। हमने पहले देखा था कि घिसटने का घर्षण, लुढ़कने की अपेक्षा, सौ-गुना अधिक होता है। जमीन और घिसटने टायर के बीच इसी बल के कारण साइकिल धीमी होकर रुकती जाती है।

पेज 33 सड़क पर लग रहे घर्षण बल के कारण साइकिल बिंदु (2) पर घूमती है। अगले पहिये के ब्रेक्स को बड़ी सावधानी से लगाना चाहिये।

ब्रेक लगाते समय थोड़ी सावधानी बरतनी होती है। अगर ब्रेक की पूरी ताकत लगाकर दोनों पहियों को एक-साथ रोका जाये तो उससे जमीन का ताकतवर घर्षण बल, एक बल-आघूर्ण पैदा करेगा जिससे साइकिल और चालक झटके के साथ अगले पहिये के ऊपर गिर सकते हैं। इसी कारण जब तक साइकिल की गति धीमी न हो जाये, तब तक अगला ब्रेक नहीं लगाने की हिदायत दी जाती है। हां, अगर कोई आकस्मिक स्थित आ जाये, तो बात अगल है।

पेज 33 ब्रेकिंग की दूरी, मीटर

गति, किमी/घंटा

गीला
सूखा
प्रतिक्रिया दूरी
गीली सड़कों पर ब्रेकिंग दूरी, सूखी सड़कों की तुलना में बहुत अधिक होती है। इसलिये बारिश में साइकिल चलाते समय बहुत सावधानी बरतनी चाहिये।

बारिश के दिनों में साइकिल के ब्रेक बहुत अविश्वसनीय हो जाते हैं। जब ब्रेक के गुटके गीले होते हैं तो गुटकों और रिम के बीच घर्षण का गुणांक बहुत कम हो जाता है और गीली साइकिल को जल्दबाजी में रोकना मुश्किल हो जाता है। कुछ ऐसे ब्रेक विकसित किये गये हैं जो हब के अंदरूनी भाग में फिट हो जाते हैं। ये ब्रेक बारिश से सुरक्षित रहते हैं परंतु आम उपयोग के लिये इन्हें मंहगा और भारी पाया गया है।

स्थिरता
किसी भी बच्चे या वयस्क के लिये 'हाथ छोड़कर' साइकिल चलाने से अधिक रोमांचक अन्य कोई अनुभव नहीं हो सकता है। हैंडिल को पकड़े रखने पर भी यह बड़े आश्चर्य की बात है कि केवल दो पहियों वाली यह गाड़ी खड़ी रह कर ऊबड-खाबड़ सड़कों पर चल सकती है।

पेज 34 अगर साइकिल बायीं ओर झुकती है तो चालक भी थोड़ा सा बायीं ओर झुकता है और उससे साइकिल अपने आप सीधी हो जाती है। साइकिल चालक इसे, खुद अपने आप करना सीख जाता है।

हरेक चालक को यह बात पता होती है कि साइकिल का संतुलन बनाये रखने के लिये उसका गिरती स्थिति में परिचालन करना पड़ता है बिल्कुल उसी तरह जैसे कोई जादूगर अपनी उंगली पर किसी झाड़ू को संतुलित करता है। अगर साइकिल बायीं को गिर रही हो, तब अगले पहिये को बायीं ओर उन्मुख किया जाता है, और इससे साइकिल अपने आप सीधी हो जाती है। परंतु इसे केवल साइकिल सीखने के दौरान ही सचेतन रूप से करने की जरूरत होती है। जैसे-जैसे चालक का आत्मविश्वास बढ़ता है, वो केवल आराम करता है। ऐसा लगता है जैसे उन्मुखीकरण का यह सुधार साइकिल खुद ही कर लेती है। और वास्तव में ऐसा होता भी है जब चालक दोनों हाथ छोड़कर, साइकिल चलाता है। साइकिल गिरने की स्थिति से अपने आपको कैसे रोकती है और फिर कैसे सीधी हो जाती है?
यह एक बहुत जटिल प्रश्न है क्योंकि पूरे स्टेयरिंग की रचना और उसकी ज्यामिति काफी जटिल होती है। प्रयोगों से यह पता चला है कि साइकिल कई जटिल परस्पर-संबंधों के कारण हीअपने आपको सीधा कर पाती है। इसमें मुख्य हैं स्टेयरिंग की दोनों टयूबों एक कोण पर मुड़ा होना (इसे स्टेयरिंग-हेड का कोण कहते हैं), आगे वाला फोर्क (दो शाखें) का मुड़ा होना (जिसका परिणाम स्टेयरिंग-हेड कोण होता है) और साइकिल के फ्रेम का उर्ध्वाधर से झुके होना। हेड के कुछ कोणों, और फोर्क के मोड़ के कुछ संयोजनों के कारण स्टेयरिंग अपने आप सीधा हो जाता है। स्टेयरिंग के, खुद-ब-खुद मुड़ने का यही एक कारण है। इन परिस्थितियों में स्टेयरिंग के घूमने से फ्रेम की कुल ऊंचाई घट जाती है, और यह तो हम सभी को पता है कि हर वस्तु की प्राकृतिक प्रवृत्ति, अपने गुरुत्व के केंद्र की ऊंचाई को न्यूनतम रखने की होती है।

पेज 35 अस्थिरता का क्षेत्र
बढ़ती हुई अस्थिरता
घटती हुई अस्थिरता
हेड का कोण
व्यास के कम होने के साथ
साइकिल स्थिर होनी चाहिये परंतु बहुत स्थिर भी नहीं। अधिकांश काम में लायी जाने वाली साइकिलें रंगे हुये क्षेत्र

में आती हैं। हेड कोण की सीमा, पहियों और पैडिल के बीच का स्थान निर्धारित करता है और इससे ही स्टेयरिंग की आसानी तय होती है।

चलती रहने पर सीधी खड़ी रहने के गुणधर्म को ही हम साइकिल की स्थिरता कहते हैं। हम साइकिल की इस स्थिरता को दो तरीकों से बढ़ा सकते हैं – हेड कोण को बढ़ाकर या फिर फोर्क के कोण को घटाकर – उसे ऋणात्मक बनाकर भी। परंतु स्थिरता ही सबकुछ नहीं होती। हम एक इतनी स्थिर साइकिल बना सकते हैं जिससे उसे किसी घूमती, टेढ़ी-मेढ़ी सड़क पर घुमाने में दिक्कत आये। ऐसी साइकिल सिर्फ सड़क पर सीधा चलना पसंद करेगी और आपकी मनमर्जी के अनुसार इधर-उधर मुड़ेगी नहीं। इसीलिये वास्तविक इस्तेमाल में केवल कुछ ही हेड-कोण (72-74 अंश) और फोर्क-मोड़ (पहिये के व्यास का 6-8%) ही उपयुक्त होंगे। फोर्क-मोड़ कम करने से साइकिल की स्थिरता अवश्य बढ़ेगी परंतु उसके हैंडिल को इधर-उधर मोड़ने के लिये ज्यादा बल भी लगाना होगा।

साइकिल – मनुष्य के शरीर के लिये बनी एक मशीन

बहुत ही चतुर यंत्रों और पुर्जों के इस्तेमाल और भौतिकी के सिद्धांतों के उपयोग के कारण ही साइकिल अपने वर्तमान रूप में विकसित हो पायी है। परंतु साइकिल अपने कुल पुर्जों के जोड़ से कहीं अधिक है। साइकिल की अत्यधिक कार्यकुशलता के कई कारण हैं – उसका हल्का वजन, बॉल-बेयरिंग्स और रोलर-चेन के कारण कम घर्षण और हवा से भरे रबर के टायरों के कारण लुढ़कने का न्यूनतम घर्षण। साइकिल की कार्यकुशलता का वैसे प्रमुख कारण उसका मनुष्य के शरीर से पूरी तरह मेल-जोल होना है।

जैसा कि मनुष्य को चलते या दौड़ते समय करना पड़ता है साइकिल चालक को अपने पैरों से शरीर का भार नहीं ढोना पड़ता है। पैर की सबसे महत्वपूर्ण मांसपेशियां अब सिर्फ गति का काम ही करती हैं न कि धड़ के भार को संभालने का। पैडलिंग का काम जांघों की मांसपेशियां करती हैं, जो शरीर की सबसे ताकतवर मांसपेशियां होती हैं। चलते समय पूरा शरीर एक खड़े तल में दोलन करता है जिससे ऊर्जा बेकार में खर्च होती है। परंतु साइकिल चलाने के दौरान धड़ स्थिर रहता है और केवल टांगे ही गोल गति में आसानी से घूमती हैं और सिर्फ जांघें ही ऊपर-नीचे होती हैं। साइकिल फ्रेम की ज्यामिति कुछ ऐसी होती है जिससे कि टांगे सीधे आकर पैडिल पर प्रहार करती हैं और मांसपेशियों के बल का अधिकतम उपयोग करती हैं। हैंडिल और सीट के स्थान भी ऐसे हैं (और उन्हें ठीक किया जा सकता है) कि दोनों हाथ लगभग सीधे होते हैं और वो शरीर को सहारा देते हैं, परंतु बिना अधिक थकान के। साइकिल रेसों में भाग लेने वालों का बैठने का तरीका कुछ कम आरामदेय होता है, परंतु ये लोग कुछ अलग किस्म के होते हैं – इन्हें आराम से अधिक, प्रदर्शन में मजा आता है।

कुछ रोचक वेबसॉइट्स

www.exploratorium.edu/cycling

साइकिल के विभिन्न पक्षों के लिये एक अच्छा स्रोत। इस सॉइट पर खेलों के विज्ञान और कला संबंधी पक्षों का बहुत सी श्रेष्ठ तरीके से परिचय कराया गया है। यह सॉइट वाकई में देखने योग्य है।

www.science.uva.nl/research/amstel/bicycle

साइकिल के वैज्ञानिक और सांस्कृतिक पक्षों से संबंधित। सीखने के लिये एक महत्वपूर्ण स्रोत।

www.pedalinghistory.com

साइकिल संबंधी खेल और गति के पक्षों के लिये एक उत्तम स्रोत।

www.bicyclepaintings.com

ऐतिहासिक साइकिलों की कुछ बहुत कलात्मक पेंटिंग्स का संकलन।

www.state.il.us/kids/isp/bikes/default.htm

क्या आप साइकिल चलाना सीख रहे हैं? कुछ नियम एवं हिदायतें।

www.ctuc.asn.au/bicycles

यह कैनबेरा बाइसिकिल म्यूजियम और संसाधन केंद्र की सॉइट है।

www.cycling.org/lists/hardcore-bicycle-science

साइकिल के विज्ञान का बहुत सुंदर विवरण।

www.ibike.org/historymuseum.htm

अंतर्राष्ट्रीय साइकिल फंड की वेबसॉइट।

www.bicyclemuseum.com

बाइसिकिल म्यूजियम आफ अमरीका का होमपेज।

साइकिल के इतिहास की समय-रेखा

1791 सबसे पहली साइकिल जिसमें एक लकड़ी के फट्टे के दोनों ओर एक-एक पहिया लगा था। सवार फट्टे पर बैठकर अपने पैरों से जमीन को धक्का देकर साइकिल चलाता था।

1817 बैरन फान ड्रायस अगले पहिये पर हैंडिल लगाता है। हॉबी-हार्स का आविष्कार होता है। एक अजूबे यातायात के साधन के रूप में इसे अद्‌भुत सफलता मिलती है।

1839 स्काटलैंड का किर्टपैट्रिक मैकमिलन पिछले पहिये में ट्रेडिल और क्रैंक जोड़कर पहले दुपहिया वाहन का 'आविष्कार' करता है। इसे कोई कद्रदान नहीं मिलता है। मैकमिलन को अब साइकिल का आविष्कारक माना जाता है।

1863 अगले पहिये पर पैडिल लगाये जाते हैं। बोन-शेकर साइकिल सड़क पर आती है। विलॉसिपीड साइकिल को चलाना एक सनक बन जाती है।

1865 त्रिज्यीय (और मरोड़ - टार्शन) वाली तीलियों से साइकिलों का भार हल्का होता है।

1869 लोहे के टायरों की जगह साइकिलों में ठोस रबर के टायर लगाये गये। 'बाइसिकिल' शब्द पहली बार उपयोग किया गया।

1870 त्रिज्यीय तीलियों की जगह स्पर्शरेखीय तीलियां लगती हैं। उसके बाद से कोई बड़ा परिवर्तन नहीं।

1872 इंग्लैंड में टॉल-और्डनरी या पेनी-फारदिंग साइकिल बनी।

1888 जे के स्टारले ने 'रोवर' सुरक्षित साइकिल का आविष्कार किया।

1889 हवा से भरे टायर पहली बार उपयोग किये गये। साइकिल का बुनियादी विकास संपूर्ण हुआ।

1896 कोस्टर-ब्रेकों का आविष्कार हुआ।

1899 एक मील प्रति मिनट की सीमा तोड़ी गई। मर्फी ने एक मील की दूरी 57.75 सेकंड में पूरी की।

1903 साइकिल मिस्त्री ओरविल ओर विल्बर राईट ने हवाईजहाज का 'आविष्कार' किया।

1965 पर्यावरण संरक्षण अभियान और शरीर को स्वस्थ्य रखने वालों ने साइकिल के महत्व को पहचाना और साइकिलों की बिक्री में जोरदार बढ़त हुई।

1972 अमरीका में पहली बार मोटरकारों की तुलना में साइकिलें अधिक बिकीं।

1980 थालीनुमा 'डिस्क' पहियों को रेसिंग साइकिलों में लगाया गया। इनमें अलग-अलग तीलियां न होने के कारण हवा का प्रतिरोध कम होता था।

1985 साइकिलों की रफ्तार 150 मील प्रति घंटे से अधिक हुई। जौन हावर्ड ने 152.28 मील प्रति घंटे की रफ्तार का रिकार्ड कायम किया।

साइकिल की कहानी

इस पुस्तक में साइकिल के क्रमिक विकास की कहानी का बेहद रोचक वर्णन है। साइकिल बल्ली पर लगे दो पहियों से शुरू हुई और धीरे-धीरे करके अब यह यातायात और तफरीह का एक बहुत कार्यकुशल साधन बन गयी है। साइकिल में शुरुआत से अब तक हुये डिजायन परिवर्तनों को इस पुस्तक में दर्शाया गया है। डिजायन का यह विकास

सामान्यत: काफी धीमी गति से हुआ परंतु कभी-कभी इसमें ऊंची छलांगे भी लगीं। इस प्रकार हरेक विकास के चरण के बाद साइकिल में कुछ बेहतरी आती गयी।

पुस्तक एक जानी-पहचानी मशीन के उदाहरण द्वारा, इंजिनियरिंग के आवश्यक सिद्धांतों से परिचय कराती है। इसमें ट्रेडल, क्रैंक, वेग-अनुपात, संचारण-यंत्र, गेयर, घर्षण-विरोधी बेयरिंग्स, ढांचों का त्रिकोणीकरण आदि सिद्धांतों का उल्लेख है। इसमें बल और ऊर्जा, हवा के प्रतिरोध, ब्रेकिंग और स्थिरता की चर्चा द्वारा साइकिल के वैज्ञानिक पक्षों पर भी प्रकाश डाला गया है। पुस्तक की अनोखी बात यह है कि इसके अंत में कुछ रोचक इंटरनेट सॉइट्स का उल्लेख है जहां से उत्साही पाठक साइकिल के इतिहास और विज्ञान संबंधी अतिरिक्त जानकारी हासिल कर सकते हैं।

पुस्तक के लेखक विजय गुप्ता, इंडियन इंस्ट्टियूट आफ टेक्नालॉजी, कानपुर में ऐयरोस्पेस इंजिनियरिंग विभाग में प्रोफेसर हैं। उनकी शिक्षण और शैक्षणिक प्रौद्योगिकी में गहरी रुचि है। उन्होंने यू जी सी के कंट्री-वाइड क्लासरूम के लिये बहुत सी शैक्षिक फिल्में बनायीं हैं। उनकी फिल्म ***द फ्लाइंग मशीन*** को 1993 में, छठे राष्ट्रीय विडियो फिल्म समारोह में सबसे उत्कृष्ठ उत्पादन के लिये पुरुस्कार मिला। उन्होंने इंजिनियरिंग के छात्रों के लिये बहुत सी पाठ्य-पुस्तकें लिखी हैं और इंजिनियरिंग के सिद्धांतों के लोकप्रियकरण के लिये बहुत से लेख भी लिखें हैं।

विज्ञान प्रसार
सी - 24, कुतुब इंस्ट्टियूशनल एरिया,
नई दिल्ली - 110016